MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE

BARCELONA

TOMO V

S. 1005. B.7.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA

DE

CIENCIAS Y ARTES

DE

BARCELONA

Tomo V — Años 1904 á 1906

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR — CONDE DEL ASALTO, 63

1904 - 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA

TOMO V

ÍNDICE

Págs.

I—Cálculo de la longitud geográfica por medio de las distancias lunares; su pasado, su presente y su porvenir, por *D. José Ricart y Giralt.* 1

II—La evolución ¿es un hecho en Zoología?, por *D. Joaquín de Borja y Goyeneche.* 11

III—Notas astronómicas presentadas á la Real Academia de Ciencias y Artes, por *D. José Comas Solá.* 27

IV—Necrología de D. Federico Trémols y Borrell, individuo de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, por el *Dr. D. José Casares Gil.* 53

V—Fauna coralina del piso aptense de Cataluña. Avance de una Memoria sobre la misma, por el *Dr. D. Joaquín de Angelis d' Ossat* (versión del texto original francés por el *Dr. D. Jaime Almera*, canónigo). 67

VI.—Análisis de las aguas minerales de la Toja, por el *Dr. D. José Casares Gil.* 75

VII—Juicio crítico de los Observatorios modernos, por *D. José Comas Solá.*. 83

VIII—Relación entre las velocidades de las cantidades vectoriales y las de los rotores ó ejes materiales de rotación, por *D. José Mestres.*—Discurso de contestación del *Rdo. Dr. D. Pedro Marcer*, Pbro. . 99

IX—Influencia de la Mecánica en el progreso industrial, y sentido que ha de tener su enseñanza, por *D. José Tous y Biaggi.*—Discurso de contestación del *Dr. D. José Domenech y Estapá.* 115

X—Crítica de algunas hipótesis y significación de éstas en la Física moderna, por el *Dr. D. Eduardo Alcobé y Arenas.*—Discurso de contestación del *Dr. D. Jaime Almera*, canónigo. 137

XI—Influencia de la electricidad en las industrias químicas y metalúrgicas, por *D. G. J. de Guillén García.*—Discurso de contestación de *D. Tomás Escriche y Mieg.* 159

Págs.

XII—La circumnutación en el género *Medicago*.—Notas fitográficas, por el *Dr. D. Juan Cadevall y Diars*. 177
XIII—Observaciones sobre el orden de los Neurópteros, por el *R. P. Longinos Navás*, S. J. 189
XIV—Trabajos presentados á la Real Academia de Ciencias y Artes, por *D. Guillermo J. de Guillén García*. 209
XV—¿Cómo deben clasificarse los objetos llamados prehistóricos y protohistóricos?, por *D. Guillermo J. de Guillén García*. 221
XVI—El planeta Júpiter durante la oposición de 1904-1905, por *D. José Comas Solá*. 237
XVII—La Ciencia y la Civilización, por *D. Tomás Escriche y Mieg*. . . 243
XVIII—Aplicación de la teoría de los mantos recubrientes al estudio del macizo del Tibidabo de Barcelona, por los *M. Jules Bergeron* y el *Dr. D. Jaime Almera*, canónigo. (Con versión francesa) 261
XIX—Contribución al estudio del Oligoceno en Cataluña, por *D. Luis Mariano Vidal* y *M. Charles Depéret*. (Con versión francesa) . . 311
XX—Descripción geológica y génesis de la plana de Vich, acompañada de su Mapa topográfico geológico á la escala de $^1/_{30,000}$, por el *Dr. D. Jaime Almera*, canónigo. 347
XXI—Los vertebrados del Oligoceno inferior de Tárrega (provincia de Lérida), por *M. Charles Depéret*. (Con versión francesa) 401
XXII—Notas fitogeográficas críticas, por el *Dr. D. Juan Cadevall y Diars*. 453
XXIII—Observaciones ictiológicas, por el *Excmo. Sr. D. Carlos de Camps y de Olzinellas*, Marqués de Camps. 473
XXIV—El eclipse total de Sol del 30 de agosto de 1905, por *D. José Comas Solá*. 479
XXV—El arte de cincelar, por *D. José Masriera y Manovens*. 513
XXVI—Las corrientes eléctricas vagabundas ó errantes de Barcelona, por *D. Guillermo J. de Guillén García*. 519
XXVII—Geometrías racionales y Geometría real dentro de la finitud humana, por el *Dr. D. José Domenech y Estapá*. 525

LÁMINAS

Saturno, el 12 de junio de 1904.—Observatorio Fabra. 52
Planisferio de Júpiter.—Oposición de 1904-1905. 242
Carta geológica y topográfica de San Julián de Vilatorta y sus alrededores ó de entre Vich y las Guillerías. 398
Brachyodus Cluai n. sp. (Láms. I, II, III). 452
Brachyodus Cluai n. sp., *Amphicyon* ó *Pseudamphicyon* sp., *Pleisictis*

PRESENTED
24 AUG. 1906

Págs.

Filholi n. sp., *Therodomys siderolithicus* Pictet: var. *major*. . . 452
Instalación en Vinaroz de la misión del Observatorio Fabra. 480
Ecuatorial fotográfico y espectrográfico. 480
Vinaroz.—Fotografía de la corona solar. *(J. Comas Solá)*. Principio de la totalidad. 484
Id.—Id. id. 30ˢ después del principio de la totalidad. 484
Id.—Id. id. final de la totalidad. 484
Id.—Dibujo de la corona solar, por *D. Salvador Raurich*. Misión del Observatorio Fabra 484
Id.—Imágenes del Sol, eclipsado parcialmente, al través del follaje.—Fragmento de la película cinematográfica espectroscópica. 20ˢ antes de principiar la totalidad. 490
Corrientes eléctricas errantes de Barcelona. 524

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 1

CÁLCULO DE LA LONGITUD GEOGRÁFICA

POR MEDIO DE LAS DISTANCIAS LUNARES; SU PASADO, SU PRESENTE Y SU PORVENIR

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Publicada en noviembre de 1904

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 1

CÁLCULO DE LA LONGITUD GEOGRÁFICA

POR MEDIO DE LAS DISTANCIAS LUNARES; SU PASADO, SU PRESENTE Y SU PORVENIR

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Publicada en noviembre de 1904

NATURAL HISTORY

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

CÁLCULO DE LA LONGITUD GEOGRÁFICA

POR MEDIO DE LAS DISTANCIAS LUNARES; SU PASADO, SU PRESENTE Y SU PORVENIR

por el Académico

D. José Ricart y Giralt

Sesión del 30 de marzo de 1904

Bien sabido es, que la situación de un lugar sobre la superficie de la Tierra queda determinado por la intersección de las dos coordenadas que toman respectivamente el nombre de Meridiano y Paralelo y cuyos valores numéricos se llaman longitud y latitud. La determinación de esta segunda no ha presentado las dificultades de observación y de cálculo que la longitud.

Los navegantes de los tiempos de Colón y Magallanes observaban la altura de Polo con el instrumento llamado *Astrolabio;* de muy poca exactitud, no tan solo porque la graduación todo lo más aproximaba el medio grado, sinó que también por las dificultades que presentaba el poder tener el instrumento sin movimiento alguno suspendido por su anillo. *

La Ballestilla facilitó la observación de la altura meridiana del Sol para el cálculo de la altura del Polo, y finalmente el instrumento de doble reflexión, llamado también octante, ó sextante, según sea el ángulo del sector, vino á dar la casi exacta solución del problema.

Es indudable que desde muy antiguos tiempos conocieron los marinos y geógrafos la manera de determinar la latitud por medio de instrumentos de los que solo nos han llegado noticias muy confusas y también determinaron esta coordenada geográfica con bastante exactitud por medio de *Gnomones.*

En cambio, la determinación aproximada de la longitud geográfica ha sido un problema poco menos que insoluble hasta hace poco tiempo, al menos para los navegantes. Los antiguos la determinaban por el camino andado, y como en esto hay grande error de estima, así salía la longitud. Por no conocer ninguna clase de *Sillómetro,* ó sea corredera como dicen los marinos, calculaban las distancias navegadas según el modo de entender de cada cual, y así lo expresa muy gráficamente Jaime Ferrer al determinar la línea de separación de los dominios de España y Portugal, á fin de cumplimentar la bula de Alejandro VI, dada en 4 de mayo de 1473. Consistía el problema en hallar la linea Norte-Sur ó meridiano situado 100 leguas al W de las islas de Cabo Verde, aumentadas en 370 leguas por el tratado de 7 de junio de 1494 entre ambas naciones. Ferrer propuso contar las 370 leguas partiendo con rumbo al W, con toda escrupulosidad por cinco pilotos españoles y otros cinco portugueses; pero añade: «Esta forma es incierta

y puede errar porqué no tiene fundamento sino de nudo y solo juicio y parecer de marineros.»

Tanto los viajeros por mar, como los viajeros por tierra, generalmente apuntaban en sus *itinerarios* más camino del que habían andado efectivamente, creyendo con esto adquirir más gloria, por resultar así el viaje con mayor importancia, además nada tienen de extraño que así sucediera sabiendo que los caminos se hacen largos cuando se presentan dificultades en recorrerlos y ciertamente que gran voluntad y fortaleza necesitaron nuestros antecesores por haber podido llevar á cabo navegaciones y viajes terrestres que en verdad parecen milagrosos.

A esto se debe que las costas de Cipango y Cattay se consideraran situadas mucho más al Oriente de lo que están en realidad; lo que unido á la creencia que se tenía de las dimensiones del Globo en tiempos de Colón, fué motivo para que éste se atreviera á buscar *Levante* por *Poniente;* pues que la medida de Ptolomeo admitida entonces, consideraba el círculo máximo de la Tierra en la razón de 29 á 40, con su valor verdadero. *

Dice el sabio marino y académico Mr. Guyou, que la idea de aplicar á la determinación de las longitudes la observación de las distancias de la Luna y del Sol á las estrellas de la zona zodiacal no ha podido menos de presentarse al espíritu de toda persona teniendo un verdadero concepto del problema de las longitudes, al mismo tiempo que de los caracteres de los movimientos celestes. En efecto: la Luna tiene un movimiento relativamente rápido en la esfera celeste, adelantando aproximadamente una hora diaria en el sentido de la ascensión recta; de manera que se acerca á unos astros y se aleja de otros con movimiento muy sensible.

Fácil es comprender que si desde dos puntos distintos se observa simultáneamente la distancia de la Luna á otro astro, la diferencia de horas locales correspondientes al instante en que se efectúa el fenómeno es igual á la diferencia de la longitud geográfica entre los dos lugares.

Pero por no tener instrumento apropósito para observar las *distancias lunares* y por la poca exactitud que tenían las tablas de las efemérides de nuestro planeta, el cálculo de longitud por *distancias lunares* fué imposible hasta la invención del sextante y cuando Tobías Mayer redujo los errores de la situación de la Luna á menos de un minuto á mediados del siglo XVIII.

Así es que los marinos y geógrafos buscaron la resolución del problema de la longitud por otros procedimientos. Los unos por la observación de los eclipses del Sol y de la Luna; otros por medio de la declinación magnética, invención de un tal Felipe Guillen, boticario de Sevilla, en 1525 lo que dió idea al célebre cosmógrafo Alonso de Santa Cruz para construir una carta marina de declinaciones magnéticas, y un instrumento semejante á una aguja azimutal. Sebastián Caboto propuso calcular la longitud por medio de la declinación del Sol.

El citado Santa Cruz propuso dar la longitud por las distancias de la Luna

con las estrellas fijas ó con los planetas, modificando un instrumento que construyó para estas observaciones Juan Vernerio, dando la coincidencia que en Alemania construyó un instrumento igual Pedro Apiano, llamado *Radio astronómico*. Seis años después, en 1534, Gemma Frison construyó otro instrumento análogo llamado *Anillo astronómico* y en su libro señala la necesidad de corregir las observaciones de los efectos de paralaje y de refracción.

Pero á pesar de tantas pruebas el problema de longitud quedaba sin resolver; falta que causaba grandes perjuicios á la navegación, que con los descubrimientos de Colón y Gamma, había tomado un gran vuelo. Felipe III de España en 1603 prometió seis mil ducados de renta perpétua al que descubriese el método para conservar la hora del puerto de salida con objeto de determinar la longitud. Los estados de Holanda en 1634 ofrecieron cien mil libras para el mismo objeto y en 1714 el Parlamento Inglés, instituyó para igual fin un premio de veinte mil libras esterlinas, lo que demuestra claramente el interés que concedían los gobiernos de las naciones marítimas á la determinación de esta coordenada geográfica.

Hasta mediados del siglo XVIII en que las tablas lunares ofrecían más exactitud, no se pensó en llevar á la práctica el cálculo de longitud por medio de esta clase de fenómenos celestes, y se debe al astrónomo inglés *Maskelyne* la fundación del *Nautical Almanac* que publicó desde su principio las distancias lunares para cada tres horas. *La Connaissance des Temps* para 1794 empezó también á publicarlas copiadas del almanaque inglés, hasta que, en 1789, la Academia de Ciencias de París dispuso que se calcularan directamente.

El primer método que se empleó para reducir la distancia aparente-central á distancia verdadera, fué el llamado trigonométrico, esto es, resolver los dos triángulos cuyos tres vèrtices son para el primero el cenit y los centros de los dos astros, suponiéndose vistos desde la superficie de la tierra, y para el segundo el cenit, y los centros de los dos astros considerados vistos desde el centro de la Tierra. Pero, teniendo en cuenta que los marinos mercantes de aquella época, como regla general, no poseían muchos conocimientos matemáticos; los astrónomos trataron de resolver el cálculo por métodos más sencillos; á este objeto dice el sabio Fr. Agustín Canellas, director que fué de la Escuela de Náutica de Barcelona, y antecesor nuestro en esta Real Academia de Ciencias en su libro de *Astronomía Náutica*. «Entre las muchas fórmulas publicadas con este objeto, »Delambre prefiere y elogia altamente la del Caballero Bordá y la del digno »español Mendoza; pero en consideración á que el método trigonométrico es el »más directo al paso que exactísimo, y de que todas las fórmulas inventadas no »son mas que, modificaciones del cálculo trigonométrico, parece que dicho sabio »está decidido á favor de este último método, pues á pesar de que algunas de las »mencionadas fórmulas, son un tanto más breves, al fin no es mucho lo que se

»gana; y conformándonos con el parecer de Delambre, resolveremos el problema »de la longitud por el método trigonométrico.»

En la marina mercante catalana ha dominado el método trigonométrico, preferido por Delambre, habiéndose aceptado por algunos capitanes el método de Bordá, conocido vulgarmente con el nombre de *método de los cosenos*. El método trigonométrico tiene la ventaja de no necesitar tablas especiales, en cambio el ingenioso método de Mendoza, requiere tablas voluminosas, y como que yo explico todo el curso de Astronomía y Navegación no usando más tablas logarítmicas que las de los *Senos* y *Tangentes*, he aquí porque sigo el mismo criterio de mi sabio antecesor el Padre Canellas, exigiendo á mis alumnos el conocimiento del método llamado trigonométrico para el cálculo de longitud por distancias lunares; esto no obstante les doy conocimiento de las tablas de *Mendoza* y de *Elfor*.

La *Connaissance des temps* para 1905, así como el almanaque del Observatorio de San Fernando para el mismo año suprimen las tablas de distancias lunares. El autor de esta innovación parece ser Mr. E. Guyou, sabio marino francés y miembro del Instituto y del «Bureau des Longitudes» fundándose para ello en que el cálculo de longitud por distancias lunares ha caído completamente en desuso con la introducción de los cronómetros á bordo y las travesías relativamente cortas que efectúan los modernos buques de vapor y en apoyo de su opinión cita un párrafo del *Wrinkles in practical navigation*, del capitán Lecky que dice que el cálculo de distancias es tan muerto como Julio César y que no resucitará jamás, por la sencilla razón de que no había necesidad de él.

Es bien claro, que el buque qué lleva á bordo tres cronómetros superiores, bien observados é instalados con todas las condiciones que requieren tan sensibles máquinas no tendrán necesidad del cálculo de longitud por distancias lunares, pues teniendo los buques de dicha clase necesidad de entrar con frecuencia á puerto para rellenar las carboneras, las travesías son inferiores á 15 días y aunque los cronómetros presenten alguna irregularidad en sus movimientos respectivos, la discusión matemática de los valores de los tres cronómeros, da la hora del primer meridiano con la aproximación necesaria para un buen recalo. Pero yo pregunto: ¿cuántos buques mercantes hay que lleven tres cronómetros superiores, correctamente observados y bien instalados? quizás creereis señores Académicos que soy exagerado al decir que he visto pocos, pero muy pocos y bien podeis considerarme cierta autoridad en este asunto cuando he tenido á mi cargo durante un cuarto de siglo el Observatorio de cronómetros marinos.

Los veleros, como regla general llevan un solo cronómetro instalado en un camarote de popa. Los buques de vapor, algunos llevan un cronómetro; generalmente llevan dos y los menos llevan tres. La colocación de estos cronómetros como regla general no puede ser más desastrosa, pues van instalados en el «Cuarto de Derrota» situado á mucha altura sobre la cubierta alta, en donde se experimentan grandes cambios de temperatura, añadiéndose á esto tener á la otra parte del mamparo de proa el *Servo-motor* que siempre da sacudidas y por la par-

te de popa refleja alta temperatura el *Guarda-calor* de la chimenea; de manera que á pesar de ser las travesías cortas son excepción los buques que llevando tres cronómetros recalan con pequeña diferencia cronométrica. No hay que decir lo que pasa á los buques que solo llevan uno ó dos cronómetros, cuyos recalos se prestan á mucha incertidumbre.

El mismo Mr. Guyou, dice lo siguiente: «Es verdad que la navegación vélica »que parecía estar destinada á desaparecer rápidamente, ha tomado un nuevo »vuelo, y por consiguiente hay necesidad de contar aún con travesías de muchos »meses, al fin de los cuales los resultados de los cronómetros inspiran una des- »confianza muy natural, y por lo tanto los marinos desean poseer un medio de »comprobación al abrigo de las alteraciones á que están sujetos los aparatos me- »cánicos.»

Y tiene mucha razón el sabio marino francés, ya que muchas clases de cargamentos puedan transportarse con beneficio usando el motor que la naturaleza nos dá gratuitamente: este es el motivo de haberse desarrollado la marina de grandes veleros.

Dice Mr. Guyou, que el poco uso que se hace de distancias lunares no merece los sacrificios que representa el cálculo de las mismas y su publicación en los almanaques astronómicos; razón que no me convence, pues él se funda en el poco uso que hacían del cálculo que nos ocupa los transportes veleros de la Marina militar que iban á Nueva Caledonia, todos bien habilitados de cronómetros lo que no resulta en la Marina mercante como he dicho antes; además, los gobiernos no están en el caso de economizar el gasto que representa el cálculo de las distancias lunares, que no es mucho ciertamente, cuando se trata de la seguridad de la navegación, aunque el sacrificio solo aprovecha á pocos.

En verdad el cálculo de longitud por distancias lunares ha sido siempre poco usado; primero por la poca ilustración científica de los marinos, tanto que muchos de ellos no dominaban el cálculo y segundo porque usaban instrumentos de reflexión muy defectuosos. Luego hay que considerar que se necesita mucha práctica para observar distancias lunares y como querían obtener buenos resultados tomando solamente alguna distancia á largos intérvalos de tiempo, esto no era posible, he aquí que desechaban el método por inútil.

Yo estoy en el caso de responder que en la Marina mercante catalana se usaba con bastante frecuencia en mis tiempos de navegación el cálculo de distancias lunares y eran bien conocidos los capitanes Estival, Mas, Codina y Buhigas, por tener círculo de reflexión y resolver á bordo de sus buques respectivos toda clase de cálculos astronómicos.

A mi me cupo la suerte de hacer mis dos primeros viajes con uno de aquellos marinos ilustrados, el capitán D. Estéban Sivilla, hermano del actual Sr. Obispo de Gerona y siempre en los dos cuartos lunares se tomaban distancias para el cálculo de la longitud particularmente cerca de los recalos, y tanto me practiqué en la observación de distancias lunares que llegué á obtener la coordenada geográfica

con errores cuasi siempre menores de 30 minutos de arco, que en nuestra latitud representa un error de 22 $^1/_2$ millas. Siempre fuí un enamorado de este cálculo, continúo siéndolo y no descuido recomendarlo á mis alumnos enseñándoles el procedimiento que yo siempre seguí dándome buenos resultados y es el siguiente: Siempre tuve una preferencia por las distancias de la Luna á estrellas ó planetas con preferencia al Sol, así es que si tenía que observar la distancia á primeras horas de la noche, por la tarde calculaba la hora media del lugar por medio de una serie de alturas del Sol y luego deducía la hora para el momento de la observación de la distancia, teniendo en cuenta el intérvalo cronométrico transcurrido desde la observación de la tarde y la diferencia de longitud contraída en dicho intérvalo; tomaba una serie de tres ó de cinco distancias y calculaba las alturas, teniendo cuidado de introducir la latitud geocéntrica en vez de la geográfica y para mayor exactitud, estando en nuestro hemisferio, tomaba una serie de alturas de la Polar en el crepúsculo, que siempre me daban una latitud más exacta que la deducida desde la observación de la altura meridiana del Sol.

Si la observación de la distancia correspondía á las primeras horas de la madrugada, operaba de una manera análoga, dejando el cálculo en suspenso durante unas cuantas horas hasta poder observar una serie de alturas del Sol con el fin de calcular el horario.

Como he dicho antes, llegué á adquirir tanta práctica en esta clase de observaciones, que tenía la más completa confianza en sus resultados dentro de un límite prudencial de errores y cuidado que el instrumento de que hice uso durante mis doce años de navegación fué un sextante con graduación de marfil, cuyo *Nonius* aproximaba los 15 segundos; verdad es que era un buen instrumento con un anteojo astronómico muy claro y lo tenía perfectamente estudiado.

No pueden Vds. figurarse Sres. Académicos la sorpresa y aun más, la tristeza, que experimenté al leer la Memoria de Mr. Guyou, anunciando que en *La Connaissance des temps* para 1905 se suprimirían las tablas de las distancias lunares; aumentando mi disgusto al enterarme que el Observatorio de Marina de San Fernando adoptaba el mismo criterio. Yo comprendo bien que con los instrumentos de reflexión que se usaban en otro tiempo la observación de las distancias lunares era muy poco exacta, pero hoy el astrónomo y el navegante tienen á su disposición preciosos instrumentos de mucha exactitud. He aquí lo que dice Mr. Dubois en su excelente tratado de «Navegation & Hidrographie»: «Este método es inde»pendiente de toda acción externa, y bien podemos decir que un buen observador »está seguro de tener una buena longitud por las distancias lunares; así como un »buen observador puede tener una mala longitud si solo dispone de un solo »cronómetro.» Yo añado á lo dicho por Mr. Dubois que un buen observador frecuentemente tendrá una mala longitud aunque disponga de dos cronómetros por no saber cual de ellos es el que dá mejor resultado.

Temía ya verme obligado á borrar el cálculo de longitud por distancias lunares de mi programa de navegación, cuando nuestro sabio compañero el Sr. Con-

de de Cañete del Pinar, autoridad indiscutible como todos nosotros sabemos, en todo cuanto se refiere á los instrumentos de reflexión, publicó hace poco tiempo un sustancioso folleto titulado *De como se han de observar las distancias lunares*, que ha levantado mi decaído ánimo, pues muy bueno y legítimo debe ser mi enamoramiento por la observación y cálculo, objeto de estas líneas, cuando tiene un defensor de tan alto prestigio científico como el Sr. Conde de Cañete del Pinar.

Nuestro sabio Académico correspondiente discute en su folleto los muchos errores que afectan á la observación de las distancias lunares y recomienda un método nuevo llamado *de observaciones conjugadas* que consisten según dice el autor en dos distancias aparentes iguales de un mismo limbo de la Luna, el oriental ó el occidental, á dos astros que estén uno al Este y otro al Oeste, elegidas generalmente entre las que figuran en el *almanaque Náutico, aunque no puedan observarse con corto intérvalo y transcurran uno, dos ó más días entre una y otra observación siempre que se conserve invariable la alidada y resguardado el instrumento cuanto sea posible de toda perturbación capaz de alterar sus órganos esenciales.* Pues, si el objeto es determinar el estado absoluto del cronómetro respecto al meridiano del *almanaque,* cada distancia dará uno de estos estados, y llevando ambos al mismo instante, con el auxilio del movimiento del Cronómetro que se supone conocido, se obtendrá por su concierto un estado absoluto libre de las influencias de los errores instrumentales y de lectura. Y si lo que se desea es la longitud de la nave, se reducirán ambas al mismo lugar, mediante la estima, y de su concierto se obtendrá la longitud, tambien despejada de las dichas influencias.

En otra parte de su folleto dice el Sr. Conde de Cañete del Pinar: «Con la »mejora que se ha referido, siempre fácil en observaciones de tierra, y factible »también en la mar, el problema de determinación de longitud por distancias »lunares no es ya aquel piélago de grandes errores que descorazonaba al obser»vador...»

En otra parte de su escrito dice nuestro sabio compañero: «Con tales resul»tados, parece que debe quedar sin valor alguno todo motivo que arguya á favor »de la supresión de distancias lunares en las efemérides, y reforzados todos los »poderosos argumentos que á dicha supresión se oponen muy principalmente, la »obligación moral de acudir en auxilio del buque, que á causa de grandes errores »en sus longitudes de estima y cronómetrica, ó de la falta accidental de la última, »navegue ciegamente hácia probable naufragio, del que podría librarse si tuviera »á su disposición los medios necesarios para el cálculo de su longitud, por un »par conjugado de distancias lunares.

En cuanto al explorador terrestre afecto á la Astronomía, deberá encontrar »muy favorable esta observación de pares conjugados, que con solo el modesto »sextante, sin necesidad de grandes instrumentos ni de observatorio portátil le »proporcionará resultados de gran precisión.»

En la práctica de la navegación sería poco conveniente que entre las dos

observaciones conjugadas transcurriera más de un día, lo que no hay necesidad pues, casi siempre hay calculadas en las efemérides, distancias orientales y occidentales que alcanzan un mismo valor en un intérvalo menor de 24 horas. (*)

Mr. Guyou para consolar á los marinos y geógrafos por la falta de publicación de las tablas de distancias lunares en la *Connaissance des temps,* expone un nuevo método que según su opinión es más ventajoso, pues dice que generalmente el marino escoje para la observación, distancias muy grandes lo que es condición desfavorable y en cambio cuando las distancias son pequeñas los dos astros parecen pegados uno al otro á pesar de temblar la mano; además los errores de observación debidos al instrumento crecen cuando aumenta el ángulo.

El método de Mr. Guyou que explica el Conde de Cañete del Pinar en su folleto y expone minuciosamente el distinguido profesor de la Escuela Naval Don Luis de Ribera en su *Tratado de Navegación,* no hay ninguna duda que es muy sencillo pero aumenta el trabajo de una manera sensible y como una de las objeciones que se han hecho al cálculo que nos ocupa que es muy trabajoso particularmente cuando hay que calcular las alturas de los dos astros, lo que debe recomendarse siempre en la mar para mayor exactitud de la longitud; resulta que la modificación que propone el sabio marino y académico francés en vez de estimular á los marinos, sospecho que los alejará aun más de lo que están hoy de la observación de las distancias lunares ya que el cálculo queda aumentado en 17 logaritmos además de las operaciones auxiliares. De la misma manera opina el sabio jesuita Rdo. Padre Ricardo Cirera, Director del Observatorio del Ebro.

Otra razón abona lo que digo, según mi entender, y es que conviene ser muy prudente en introducir alteraciones en los cálculos que domina el marino, teniendo en cuenta que el cuarto de derrota no es la tranquila Academia de Ciencias y, particularmente en los buques mercantes el piloto no tiene tiempo ni está su ánimo dispuesto á cálculos largos ni en adoptar alteraciones en los que tiene aprendidos y con mayor motivo si la modificación tiende al aumento de trabajo.

Estoy muy conforme con las siguientes palabras del Sr. Conde de Cañete del Pinar: «Si el *almanaque Náutico* persiste en no publicar las distancias luna»res, habrá que recurrir al *Nautical Almanac* de Inglaterra ó á *The America* »*Ephemeris* de los Estados Unidos, que es de creer continuen con su publicación.»

Estoy plenamente convencido que nuestro sabio consocio Sr. Conde de

---

(*) El sabio General de la Armada D. Gabriel Ciscar, fué un precursor de la felizidea que ha tenido el Sr. Conde de Cañete del Pinar, pues que en su *Tratado de pilotaje*, publicado en los primeros años del siglo último dice lo siguiente: «Todavia es más exacto el promedio que resulta de las distancias tomadas »hácia uno y otro lado esto es, á estrellas orientales y occidentales, pues entonces se compensaran, ó »casi se compensarán los errores de rectificación falta de paralelismo de las superficies del espejo »mala contraccion de la alidada, etc.

Don Gabriel Ciscar murió de Teniente General y Consejero de Estado habiend › sido *Regente de las Españas* y Vocal de la Comisión Internacional para el cálculo del valor del metro.

Cañete del Pinar ha prestado un gran servicio á la Astronomía Náutica con su ingeniosa idea de *Observaciones conjugadas;* y es de creer que la adoptarán los marinos ilustrados que posean un buen instrumento de reflexión.

Los almanaques astronómicos, entre ellos, el de San Fernando, publica unas efemérides, que hasta ahora no han sido de utilidad práctica para la marina mercante, pero, creo que no será lo mismo de hoy en adelante: me refiero á los eclipses de los satélites de Júpiter: En efecto para observar tal fenómeno se necesitaba un anteojo de un metro por lo menos de distancia focal, de difícil manejo con los movimientos del buque de manera que era verdaderamente imposible mantener el satélite en el campo del objetivo y determinar el instante del fenómeno. Pero el famoso instrumentista Zeiss, con sus preciosos *binocles* ó *monocles* prismáticos ha cambiado el aspecto del problema, pues que con un instrumento de menos de 200 gramos de peso y 130 $^{m}/_{m}$ de longitud, se ven con la misma claridad los satélites de Júpiter, que con aquellos largos anteojos que he mencionado, de manera que con uno de estos *monocles* Zeiss, el marino puede conservar con toda comodidad una estrella en el campo del objetivo del instrumento.

Verdad es que no todas las inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter son observables para el marino, pues hay que tener en cuenta que gran número de estos fenómenos tienen lugar estando el Sol sobre el horizonte. Además, hay que descartar también las emersiones que son de difícil observación cuando el astro se presenta muy diminuto; pero aun con estos descuentos el almanaque de San Fernando, trae 48 inmersiones observables; y como que el cálculo de longitud geográfica es tan sencillo y de tan poco trabajo; por medio de estas observaciones, creo que vale la pena de utilizarlo é incluirlo en el programa de enseñanza náutica, como yo he hecho en el de la Escuela de Náutica de esta capital. Según tengo entendido la predicción de estos fenómenos que traen los almanaques, presentan algunos errores, que, no son de tanta cuantía para que la longitud resultante no pueda considerarse aceptable en la práctica de la navegación.

Otro cálculo de longitud geográfica se vislumbra en el horizonte y que es fácil sea práctico dentro poco tiempo. En efecto: las ondas herzianas se propagan con la misma velocidad, que las ondas luminosas, esto es, 300.000 kilometros por segundo de tiempo; he aqui que, el día que en los cabos más salientes de las costas haya establecidos semáforos provistos de aparatos de telegrafía sin hilos, podrán telegrafiar la hora del primer meridiano á los buques dotados con apara-

tos análogos, y de una manera semejante también podrán cambiarse señales para la comprobación de la situación geográfica los buques provistos de los aparatos Marconi ú otros por el estilo, aunque naveguen á gran distancia uno de otro.

Y concluyo este trabajo diciendo que al marino y al explorador terrestre no hay que regatearles ninguna clase de facilidades para que puedan determinar su situación geográfica.

NATURAL HISTORY

1 0 MAR. 1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 2

LA EVOLUCIÓN ¿ES UN HECHO EN ZOOLOGÍA?

POR EL ACADÉMICO

D. JOAQUÍN DE BORJA Y GOYENECHE

Publicada en diciembre de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 2

LA EVOLUCIÓN ¿ES UN HECHO EN ZOOLOGÍA?

POR EL ACADÉMICO

D. JOAQUÍN DE BORJA Y GOYENECHE

Publicada en diciembre de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

LA EVOLUCIÓN ¿ES UN HECHO EN ZOOLOGÍA?

por el Académico

D. JOAQUÍN DE BORJA Y GOYENECHE

Sesión del 30 de junio de 1904

SEÑORES:

Para contestar debidamente á esta pregunta, es preciso sentar, como premisa indispensable, lo que se quiere significar con la palabra EVOLUCIÓN.

Dice el Diccionario de la Academia que, evolución es el desarrollo de las cosas por medio del cual pasan de un estado á otro.

GOUX, la define diciendo que consiste en el paso de un estado homogéneo á un estado heterogéneo y se caracteriza por la diferenciación de las partes y por la división de funciones.

CLAUS, dice que, en general, se manifiesta en la evolución del indivíduo, una marcha progresiva de lo simple á lo complicado, por la división gradual del trabajo fisiológico de los organismos más perfectos.

BARCIA; dice que es la acción de abrir, de recorrer ó sea la forma sustantiva de EVOLUTUS, desenvuelto, y efecto de evolucionar, refiriéndolo á la filosofía, lo explica como el sistema de los que creen que, los seres preexisten al acto generativo que los puso en movimiento; por contraposición, al sistema de la *efigénesis*, ó sea por el que se explica la formación de los cuerpos organizados por una adición sucesiva de partes.

Algunos autores italianos la definen diciendo que es el desarrollo de una curva que describe una VOLUTA.

En general, todos los autores están de acuerdo en que evolución significa principalmente movimiento, desarrollo, vuelta al punto ó meridiano de partida; y en muchas ocasiones, la acepción de este vocablo se confunde con los de revolución y circunvolución.

Desde luego se ve, que la palabra evolución se presta á equivocaciones graves, porque el concepto de la evolución es muy variado, y lo mismo la evolución mecánica de Spencer que la evolución dinámica de HARTMAN, la de los católicos, la de los deistas, la atea y la agnóstica, todos son conceptos diferentes que precisa, no sólo deslindar, sino que, hacen que no sea posible tratar de la evolución, sin colocarle un adjetivo que indique á cual de los variados conceptos que envuelve la palabra se hace referencia.

Por esta razón, representando tanta variedad de conceptos y hasta teorías basadas en ellos, no puede ser lícito, hablando en sentido general, el establecer que *la evolución es un hecho;* porque esta afirmación puede envolver conceptos

opuestos, tanto más cuanto que, habiéndose formado teorías basadas en hipótesis científicas, se puede confundir el concepto emanado de lo que los hechos, con inexpugnable fuerza nos enseñan, con el que surge de las hipótesis científicas y de las teorías basadas en ellos.

Si se analizan las bases ó fundamentos generales de todas las ciencias quizá no se encuentre otro principio que sea más absoluto, más irrefutable que el principio de la gravitación universal, basado en las leyes de Kepler y más tarde descubierto por Newton.

Todos los cuerpos del Universo se atraen en razón directa de sus masas é inversa del cuadrado de sus distancias.

Afirmación categórica, terminante, absoluta; en la que no caben ni distingos ni diferencias de apreciación; y por lo tanto, se impone con abrumadora fuerza, y todos, absolutamente todos, los cuerpos han de obedecer á ella.

Establecer una ley ó principio como éste, es y ha sido siempre el ideal perseguido por los hombres de ciencia, es el que ha inspirado á Spencer el desarrollo de la teoría de la evolución mecánica de los cuerpos organizados, ha inspirado á Hartmann, apóstol de lo inconsciente, la teoría de la evolución dinámica, constituyendo en otro sentido una monstruosa negación; ha inspirado en Darwin la variación, en Lamarck la progresión contínua; ha sido causa de que Hoeckel lance en tono profético, la sentencia, á su entender terrible, de que *ha sonado la hora en que los dogmas del transformismo y la generación expontánea son llamados á reemplazar en la escuela á los dogmas de la creación y del pecado original* y tantos otros sabios como Vogt, Huxley, Gegenbauer, etc., etc., que siguiendo encastillados en sus inspiraciones y en sus respectivos puntos de vista, se esfuerzan en sentar las bases para establecer un principio que, como el de Newton, llegue á inmortalizar su nombre.

Es evidente que, tratándose de establecer leyes ó principios en que basar teorías, lo primero que hace falta es un punto de partida, y éste, en el estado actual de la ciencia, es más lógico buscarlo en lo simple que en lo complicado, porque es más razonable discurrir partiendo de lo simple, en demanda de lo complicado, que partir de lo complicado, aunque esto sea más conocido, para ir á lo desconocido.

Por esta razón los naturalistas modernos, al abordar tan complicada cuestión, fueron á buscar el origen de los cuerpos organizados; tomaron como base la célula considerando que éste es el primer organismo en que se manifiesta la vida; inversamente de los naturalistas antiguos que, tomaban como base los vertebrados superiores, desde los cuales, continuaban la escala zoológica en sentido descendente hasta llegar á los organismos más sencillos.

Llegado á este punto se presenta hoy un misterio insondable para la ciencia y es el siguiente:

Todos los cuerpos organizados, al morirse, se descomponen en varios elementos que todos son componentes de la materia, luego la materia existe siempre

aunque el organismo muera y como el organismo ha aparecido sobre la faz de la tierra, cuando tenía medios para alimentarse y vivir, pues de lo contrario se hubiera inmediatamente muerto y no hubiera persistido; ha habido, sin duda alguna, un momento en el que, la materia muerta se ha transformado en organismo vivo.

El origen de esta transformación es lo que inspiró á Hoeckel la teoría de la generación expontánea y el sistema de la evolución contínua, juntando así las ideas de Darwin y las de Lamarck.

Ciertamente que al empezar á tratar de organismos vivos se presenta como primero de ellos la célula; pero como, según Hoeckel, ésta está formada de un conjunto de *plastídulas* y éstas á su vez se forman de carbono, hidrógeno, oxígeno y ázoe, se vé forzado á asignar á estas *plastídulas* un alma especial que, según él, es el producto de las fuerzas que poseen los átomos químicos.

Es decir, que aparece primeramente la materia y después las fuerzas que poseen los átomos químicos.

La materia ponderable, tal como ella se presenta, está sometida á la ley de la gravedad, por consiguiente, toda materia que no sea impulsada por una fuerza, un movimiento ó una energía, al abandonarse en el espacio es víctima fatalmente de la ley de la gravedad y en general, toda ella tiende siempre á atraerse y formar un solo núcleo.

Una vez satisfecho el mandato de la gravedad, la materia permanece inerte, absolutamente inerte, el calórico la abandona, por la eterna ley del equilibrio de temperatura; y si una fuerza ó una energía no viene de nuevo á moverla, su fin es la frialdad y el reposo permanente.

La energía, fuerza ó movimiento, existe por sí y sus tres manifestaciones más ostensibles son: la electricidad, la luz y el calor; todas ellas hasta hace poco atribuídas á los movimientos ondulatorios de los átomos que llenan los espacios intermoleculares.

Cuando estos átomos vibran con gran rapidez, las ondas vibratorias aumentan de amplitud, la materia se calienta y dilata, y cuando, en estas condiciones, se pone en contacto con el aire ambiente, éste, hace disminuir las vibraciones, y el cuerpo, por consecuencia se enfría y contrae; es decir que la materia está sometida á dos fuerzas opuestas y tiene, pasivamente, que obedecer á la mayor de ellas; estas dos fuerzas son el calórico y la gravedad.

El calórico, como fuerza expansiva que es, huye de la materia; la gravedad, una vez atraídos los cuerpos hasta formar un solo núcleo, desaparece de la materia, y la electricidad, sólo transitoriamente la atraviesa, para esparcirse y desaparecer después en los espacios infinitos.

Al huir el calor de los cuerpos materiales los hace descender de temperatura obligándoles á pasar del estado gaseoso al líquido, y de éste al sólido, sin que estos cuerpos materiales puedan evitar por sí propios la huída del calor que los abandona, lo cual dice que, el estado natural de los cuerpos es el enfriamiento

sucesivo y como consecuencia ineludible el que tengan que llegar á un estado tal que sea impropio para la vida.

Las modernas investigaciones llevadas á cabo en el tubo de Crookes dieron á Roentgen la base para el descubrimiento de los Rayos X.

Más tarde Schmidt en Alemania y Mad. Curie en Francia amplían sus observaciones, llegando ésta á establecer que la radioactividad es una propiedad de los átomos.

Thomson lleva más adelante sus trabajos y afirma la existencia de un nuevo estado de la materia llamado *estado corpuscular*, el cual, interpretado por Perrin presenta á cada átomo como un compuesto formado de uno ó varios núcleos positivos llamados *Iones* alrededor de los cuales gira una multitud de corpúsculos negativos ó *electrones* que se rigen en sus movimientos por las leyes do Coulomb.

Adonde vayan á parar estos corpúsculos negativos ó electrones, no lo dice la teoria pero en cambio deja sentada la huída rápida de ellos al separarse de los positivos ó *Iones* que considera como núcleos fijos.

Es lo cierto que los cuerpos son eternamente pasivos y en este concepto son fuerzas muertas; la única fuerza que puede considerarse como inherente á la materia es la gravedad y por consiguiente su opuesta, que es el calórico, tiene que ser extraña á la materia; por otra parte, enseñando la ciencia que existe una sola energía, tanto si se consideran las pequeñas fuerzas que atraen al átomo molecular, como las energías, por decirlo así, infinitas que rigen los espacios siderales, es forzoso concluir que, no siendo estas energías inherentes á la materia, sólo el poder de Dios puede disponer tan incomprensibles movimientos, y que, de no existir este inmenso poder, habría necesidad de inventarlo para poder satisfacer á los estrechos límites de la razón humana.

Sólo así se comprende que, pudiendo cada átomo y la mayor parte de las moléculas, pasar por los tres estados, sólido, líquido y gaseoso, las múltiples combinaciones á que éstos puedan dar lugar, presenten toda la serie de cuerpos conocidos y por conocer.

Además, desde el nacimiento ó formación ígnea de los mundos, partiendo de las temperaturas más elevadas, van éstas disminuyendo, y las combinaciones se van haciendo más estables, hasta que por último, se llegue al enfriamiento general definitivo y absoluto á que está condenada la materia.

Por otra parte, si se consideran las combinaciones químicas á que pueden dar lugar la diversidad de elementos principales que pueden presentarse, facilmente se vé que, con un equivalente de más ó de menos en las combinaciones de oxígeno é hidrógeno, se puede producir con facilidad el gas de los pantanos, el acetileno, el etileno, la bencina, naftalina, etc., etc.; del mismo modo que con débiles equivalentes de agua, se puede obtener las féculas, el azúcar, vino, vinagre, etc., etc., quedando únicamente como base principal el carbono, que es como el fundamento de todos los cuerpos orgánicos. Fenómenos, unos y otros, que vienen

á comprobar tanto la unidad de materia, como la unidad de energía: y reasumiendo los conceptos expresados se puede establecer:

1.° Que la materia tiende contínuamente hacia el reposo y la muerte.

2.° Que por la tendencia de la energía á huir contínuamente de la materia, queda ésta condenada á la inmovilidad perpétua y á disposición de las fuerzas que puedan obrar sobre ella, y

3.° Que como estas conclusiones son la lógica consecuencia de los hechos, prueban éstos la absoluta necesidad de que todos estos movimientos y las relaciones que los ligan hayan sido dispuestos por una causa superior é inteligente.

Ligeramente examinadas las principales condiciones, tanto de la materia como de la energía hay que ver como se efectúa la marcha de la vida con los seres organizados.

En una de las definiciones indicadas al principio de estas líneas se dice que, la *evolución* consiste en el paso de un estado homogéneo á un estado heterogéneo, caracterizada por la *diferenciación* de las partes y por la división de las funciones.

Los hechos manifiestan que la célula huevo, ó el huevo maduro, una vez fecundado se divide en 2, 4, 6, 8, etc., células hijas, á cuyo fenómeno biológico se le ha llamado *segmentación;* esta produce un, á manera de casquete, llamado primero, cavidad de segmentación y luego *blástula;* este casquete sigue modificándose y la cavidad de segmentación se convierte en cavidad de invaginación, resultando por último una pared interior á la que se ha dado el nombre de *endoderma* y una pared exterior que se ha llamado *ectoderma* y todo el conjunto constituye una nueva forma del ser, que toma el nombre de *gástrula;* entre las células del ectoderma y las del endoderma se forman las células llamadas del *mesoderma* y de estas tres clases de células, por diferenciaciones sucesivas, se derivan las tres grandes funciones que son las de nutrición, las de la locomoción y la formación de los órganos diversos que han de constituir el cuerpo.

Todo esto sucede por la diferenciación de las partes, siendo por lo tanto, esta diferenciación un aspecto de la evolución y como quiera que ésta no ha podido ser producida por las fuerzas que actúan sobre la materia, viene otra vez á presentarse, como necesidad absoluta, el que exista una causa superior é inteligente que inspire, establezca y regule todos estos movimientos que la materia por sí es incapaz de efectuar; tanto más cuanto que la ciencia no nos enseña ni el principio ni el fin de las cosas, sino las relaciones que las ligan, y por consiguiente, no hay nadie por hoy, que sea capaz de demostrar como la materia ha empezado ni como ha de acabar, ni tampoco como ha de terminar la energía que sólo se conoce por sus efectos.

Claus, en su tratado de Zoología (página 2), confiesa que los cuerpos vivos no podrían ser producidos por la sola acción de los efectos químicos ó físicos en el seno de una combinación química definida, sin ciertas condiciones de calor, presión, electricidad, etc·; más bien la experiencia enseña que es necesaria la

preexistencia de seres semejantes ó al menos muy análogos de donde ellos derivan; confesión es esta importantísima en boca de un autor francamente materialista y propagador en toda su obra de la evolución materialista. Es decir que según el testimonio de este autor la experiencia enseña la preexistencia de seres semejantes ó lo que es lo mismo que la experiencia enseña la necesidad de seres procreadores, ó sea el macho y la hembra, tal como lo enseña la tradición Mosaica.

De la atenta observación de los seres organizados, ampliamente desarrollada desde la invención del microscopio, pudo colegirse que, si bien había sido comprobada hasta la saciedad la reproducción llamada *sexual* ó *digena*, desde el momento que había miriadas de organismos que carecían de órganos sexuales ó bien los tenían rudimentarios, al reproducirse, hubo necesidad de buscar y analizar el procedimiento empleado para ello. A esta reproducción se le llamó asexual; y, ya sea la generacion por brote ó yema, sea por estolón prolífero, sea la generación alternante ó sea la de esporos, que son las nuevas formas hasta hoy descubiertas, constituyen los medios que, la causa superior é inteligente que todo lo gobierna, ha dispuesto la consecución de los infinitos seres vivos, tanto los hasta hoy conocidos como los que, con el andar de los tiempos puedan descubrirse.

De todos modos, si se sigue la escala ascendente de los seres, es forzoso siempre llegar á algunos que no pudieron tener primogenitores y al llegar á este punto resulta la introducción de los seres vivos en el mundo un verdadero arcano impenetrable.

Así lo entendia Tyndall cuando en su discurso de Belfast, llamó á la introducción de la vida *misterio insoluble*.

Huxley, se declaró incapaz para explicar el principio de la vida en la tierra.

Du-Bois-Reymond llamó *enigma* al principio de la vida.

Virchow confesó su absoluta ignorancia en este punto, y Darwin en sus primeros tiempos, afirmó ser cosa gloriosa y magnífica el pensar que la vida fué dada en origen por la bondad del Criador.

Otros naturalistas de gran reputación científica han querido definir la vida y las definiciones más principales recopiladas por el fisiólogo Beaunis son las siguientes:

Lamarck.—La vida en las partes de un cuerpo que la posee, es el estado de cosas que permite en ellas los movimientos orgánicos; los movimientos que constituyen la vida activa resultan de una causa estimulante que las excita.

Bichat.—La vida es el conjunto de funciones que resisten á la muerte.

Richerand.—La vida es una sucesión de fenómenos que se suceden por tiempo finito en un cuerpo organizado.

Lordat.—La vida es la alianza temporal del sentido íntimo del agregado material; alianza cimentada por un *enórmon* ó causa de movimiento de esencia desconocida, esta definición se aplica sólo al hombre.

Beclard.—La vida es la organización en acción.

Dugis.—La vida es la actividad especial de los cuerpos organizados.

Treviranus.—La vida es la uniformidad constante de los fenómenos con la diversidad de las influencias exteriores.

Berard.—La vida es la manera de existir de los cuerpos organizados.

De Blainville.—La vida es el doble movimiento interno de composición y descomposición á la vez general y contínuo.

Flourens.—La vida es una forma servida por la materia.

Robin.—La vida es la manifestación de las propiedades inherentes y especiales á la sustancia organizada solamente.

Littré.—La vida es el estado de actividad de la sustancia organizada.

Lewes.—La vida es una serie de mudanzas definidas y sucesivas, de estructura y composición á la vez que se presentan en un individuo sin destruir su identidad.

Spencer.—La vida es la adaptación contínua de las relaciones internas con las externas.

Kus.—La vida es todo aquello que no puede explicar ni la física ni la química.

Definiciones todas de autores más ó menos modernos que han florecido en la época actual ó sea en la de los adelantos científicos, que no pueden tacharse de anticuadas, ni de amaneradas, en cambio son en su mayor parte ininteligibles; fenómeno éste que no puede ser debido más que á dos causas, bien á que los que las lean no tengan suficiente inteligencia para entenderlas ó bien porque los que las escribieron no tuvieron ciencia suficiente para hacerse entender.

De todos modos, estas definiciones quedan todas muy por debajo de la que dió Aristóteles en sus Físicos, más de 300 años antes de Jesucristo, que dice que, «*vida es el principio sustancial que hace que un sér se mueva así mismo*»; definición que une el ser sucinta á una perfecta claridad para satisfacer á toda clase de inteligencias.

El mismo espíritu de ésta, tan concreta y expresiva definición se manifiesta en la que dá Santo Tomás cuando dice que «un animal vive cuando empieza moviéndose á sí mismo y mientras parece en él este movimiento juzgámosle por vivo y cuando está privado de movimiento propio decimos *ser muerto,* pues fáltale la vida».

Esta definición corrobora la de Aristóteles y dificilmente podrá encontrarse otra que más satisfaga; de todos modos, en todas ellas está la definición basada en los efectos que produce la vida y nada se dice de que sea un algo inmaterial ó espiritual sin cuya condición no hay manera posible de explicar los fenómenos vitales, como la nutrición, digestión, crecimiento, desarrollo, y procreación ó reproducción de seres semejantes, de cuyas manifestaciones de ese principio inmaterial no existe ejemplo, ni apenas vestigio entre los múltiples fenómenos del Reino Mineral.

A pesar de haberse buscado la explicación de estos fenómenos, como apunta

Boerhaave, que según Claudio Bernard, entendía que todos los fenómenos vitales se explicaban por acciones mecánicas, es decir frotamientos ó presiones ejercidas sobre determinadas glándulas ú órganos, ó bien, de las basadas en las fuerzas físico-químicas que, según el holandés Silvius, todos los actos vitales deben ser resultado de acciones químicas, fermentaciones, acideces, alcalinidades ó efervescencias ó bien, por último, de la teoría más moderna y hoy más generalizada de los organicistas para quienes según Büchner, los fenómenos de la vida no son más que un resultado ó movimiento de partes agrupadas en forma determinada, constituyendo un organismo ó cuerpo orgánico y por lo tanto el principio ó raíz de la vida radica en la simple organización ó estructura de los cuerpos organizados; los resultados no han satisfecho, y los *yatromecánicos* y *yatroquímicos* han quedado rezagados, debiendo esperar que muy pronto acontezca lo mismo á los *organicistas*, pues naturalistas tan reputados como Barthez, Bordeu, Berzelius Jussieu, Cuvier, Straus, Durchein, Milne-Edwards, Agassiz, Flourens, D'Homalius-D'Haloy, Juan Müller, Claudio Bernard, Pasteur, Dionisio Cochim, Quatrefages, Dressel, Arduin y muchos otros de altísima reputación, todos confiesan á una que los fenómenos vitales son de tal naturaleza, que constituyen un orden superior á todos los fenómenos del Reino Mineral y reclaman para su explicación un principio especial y más superior que todas las actividades de la materia inorgánica.

Esta causa ó principio según enseñan los rudimentos de la causalidad, debe ser proporcionado al efecto que se ha de producir, y como todas las fuerzas juntas, todas las actividades juntas que pueda producir la materia no son capaces de producir fenómenos vitales, es inevitable, en buena lógica, concluir que en los seres vivos existe un principio superior y más excelente que todas las fuerzas y actividades de la materia.

Y así sucede efectivamente; por mucho que el químico observe las operaciones de una célula de desconocido orígen, nunca llegará á saber cual será el fin último de ella ni en virtud de que principio se apropia al oxígeno y no el carbono.

¿Cómo querer equiparar los fenómenos del crecimiento y desarrollo de los seres vivos que se verifica por *intususcepción* del alimento recibido por osmosis en la célula y luego transformado y asimilado convenientemente, con el aumento de volúmen por *yustaposición*, aposición ó agrupamiento que se efectúa en los minerales?

¿Cómo comparar el fenómeno del crecimiento y desarrollo de los cuerpos organizados que crecen de dentro á fuera, es decir, por fuerzas y actividades venidas de dentro con el crecimiento de los minerales que se efectúa por aglomeración externa, bien sobre la base ó núcleo ó bien alrededor de ella?

El mismo Claudio Bernard lo explica diciendo que los fenómenos de la construcción orgánica son los más particulares, los más especiales, del sér viviente; *no tienen nada semejante fuera del organismo.* Virchow confiesa finalmente que *no hay nada parecido á la vida más que la misma vida.*

Se sabe que Vohler fabricó urea, Berthelot obtuvo ácido fórmico, otros químicos han obtenido carburo de hidrógeno y alcohol, todos hasta ahora sólo han obtenido productos análogos á los que excretados por los seres vivos, pero ninguno ha sido lo suficientemente hábil para fabricar ni la más mínima partícula de protoplasma y por tanto es tan imposible fabricar el más sencillo fermento como el organismo todo entero.

Forzoso es por tanto confesar que el principio vital comunicado á la célula no es producto de la industria humana y puesto que existe, hay que concluir que, las causas naturales y al alcance de la humana inteligencia son causas segundas y lo sobrenatural ó causa inteligente, la causa primera.

Aparece pues, la célula viva en vías de segmentación por diferenciación de tejidos; mecanismo incomprensible, pero que existe; que empezó desde el momento en que el principio vital animó á la célula; originándose desde entonces un movimiento más complicado que la diferenciación y es, el crecimiento ó desarrollo del sér más ó menos organizado á que en definitiva ha de dar lugar cuando alcance su completa formación.

Los hechos dicen que así como la célula proviene siempre de otra célula, todos los seres organizados proceden de otros semejantes de su misma especie, y si para averiguar el orígen de ellos se recurre á los más antiguos orígenes de la sabiduría que son los libros de la tradición Mosaica, se vé claramente que esta deja franco el paso á toda discusión y por lo tanto todo sistema que se invente para explicar la dispersión, propagación, sucesiva aparición ó el número de especies de los séres organizados, no tiene contradicción en la palabra divina, porque asi como el Señor pudo haberlos criado de una vez en estado perfecto para su propagación específica, pudo así mismo producir algunas especies á las que prodigiosamente hubiera dado facultad de engendrar la admirable variedad de las existentes ó que puedan existir.

Esto trae consigo la vaguedad que encierra el concepto de especie, vaguedad que se observa en todas las divisiones, cualesquiera que sean ellas, del reino animal, pues tanto en los grupos como en las familias y géneros, siempre se encuentran individuos que tengan los mismos derechos para estar situados en dos familias, géneros ó especies próximas.

Los períodos de tiempo transcurridos en las diferentes edades de la tierra, en sentir de los más eminentes geólogos y naturalistas, alcanzan cifras de tal magnitud que se hacen poco comprensibles para la humana inteligencia y como están basadas en fundamentos de dudosa exactitud, dan lugar á ese sinnúmero de conjeturas y fantasías de los hombres de ciencia, que luego el tiempo se encarga de darle su verdadero valor positivo, haciendo con frecuencia caer aun las que parecían mejor cimentadas.

La paleontología en sus principales divisiones, enseña que la primera época paleontológica, ó sea, en la edad primaria de la tierra, se manifiesta la vida al principio del período cámbrico por los crustráceos paradoxides, los anélidos, los

pterópodos, ó sean, moluscos cuyo pié está adaptado á la natación, los braquiopodos, y al final de este período los gasterópodos y heterópodos desapareciendo con él los crustráceos paradoxides.

No tiene duda que en esta remotísima época existieron los animales citados, de cuyo hecho no puede dudarse por la constante presencia de sus esqueletos ó corazas en todos los puntos que hasta ahora se han estudiado, no tiene duda repito que debieron existir los otros animales que les servían de alimento, por consiguiente al manifestarse la vida en seres de organización tan complicada tenían forzosamente que existir otros de más sencilla organización y de menor tamaño, que les debían servir de alimento, es decir, que la fauna marina existente en aquella época está representada, á juzgar por lo que hasta hoy se conoce, por animales de organización tan complicada como la de los anélidos, crustráceos y moluscos; animales en los cuales ya no es la diferenciación de tejidos lo que se observa en ellos, sino órganos bien desarrollados para la nutrición, locomoción y reproducción; de aquí que la teoría Hœckeliana, de que la vida principió por la presencia de las *móneras* que dieron lugar sucesivamente á las *amíbas, mórulas, plásculas*, *gástrulas*, etc., sea pura fantasía, puesto que anterior á la época primaria paleontológica solo existe la época geológica primitiva que es la más antigua y profunda y que se remonta á la en que la tierra pasó de la fase estelar á la fase planetaria, la cual está caracterizada por los terrenos primitivos de contextura cristalina como los *gneis, micacitas* y *talcitas*, designada también con el título de *azóica* por la carencia absoluta de animales.

Empieza por lo tanto la manifestación de la vida orgánica en la época paleontológica primaria, también, según Peña, por algunos autores llamada, de los terrenos de transición, para unirla á la época francamente sedimentaria que más tarde le sucede.

La línea divisoria entre ambas épocas también adolece de la vaguedad que repetidamente más arriba se menciona, puesto que algunos geólogos en recientes descubrimientos creen haber encontrado el *Eozoon Canadense* ó *Protozoon Canadense* como principio de la vida, en lo que según otros geólogos solo ven la manifestación de un mineral ramificado; pero córrase esta línea divisoria algo más arriba ó algo más abajo, siempre queda en pié que en la época *azoica* no existían animales y que los primeros que se encontraron fué en las capas del período cámbrico, y que estos animales representaban un elevado grado de complicación en la escala zoológica mucho más próximo á los límites más perfectos que á los animales protozoarios sin organización alguna.

Si se continúa el exámen de los períodos siguientes al cámbrico, se vé que en el silúrico se aumenta la fauna con la presencia de los orthoceras, moluscos cefalópodos y aumento de los poliperos; en el devónico aparecen los reptiles y peces ternillosos, abundando los cefalópodos, los acéfalos y los del tipo *Terebratula;* en el carbonífero encuentra Barrande 4.900 especies de peces, moluscos, insectos y aracnidos; en el pérmico aparecen los reptiles, los paleosaurios, los

protosaurus y el protritón, que juntamente con los Trilobites, Productidos y Calemites desaparecen con el período carbonífero, constituyendo la fauna de este unas 280 especies diferentes.

Aparecen en el período triásico los ammonites, muchos zoofitos y se confirma la existencia del *microcelestes antiquus,* el más antiguo de los didelfos.

Con el período liásico aparecen el Ichthyosaurus, el Plesiosaurus, el Cetiosaurus, quizás el pez más grande conocido.

Los marsupiales aparecen en el período jurásico, en el que aún continúan los reptiles gigantescos, especialmente el *Pterodactylus;* entre los mamíferos de este período merece citarse el *Phascolotherium,* el *Thylacotherium* y el *Spalacotherium,* entre los moluscos la *Trigonia clavata* y el *Nautilus gigan-teus,* entre los reptiles el *megalosaurus* y entre los peces el *Lamma longidens.*

La fauna del período cretáceo está caracterizada por peces y reptiles gigantescos, moluscos, radiados, aves palmípedas, y por la desaparición de los mamíferos.

Al finalizar esta era secundaria desaparecen multitud de familias de moluscos y reptiles que durante tanto tiempo figuraron en la fauna de la tierra, quedando sin embargo permanentes, muchas otras familias de moluscos y radiados, como los *nautilus, náticas, ostreas, equinos,* etc.

En el período Eoceno aparecen los foraminiferos, *nummulites* y entre los mamíferos monodelfos los paquidermos.

Durante el período mioceno se hace notar el enorme *Dinotherium,* totalmente extinguido; y durante el plioceno se encuentran los mammuth, mastodonte, rinoceronte, y una multitud de peces y moluscos que son frecuentes en la fauna de nuestros días.

Por último la fauna actual, riquísima en especies, en todos los grados de la escala zoológica carece no obstante de las especies que dieron carácter á las faunas de otras edades de la tierra.

De este suscinto relato se pueden sacar muchas consecuencias respecto á la aparición y desaparición de los organismos vivos. En primer lugar se advierte que si bien es cierto que, con el andar de los tiempos, los tipos se han hecho más variados y abundan los tipos más complicados, no se puede decir que estos sean producto del perfeccionamiento sucesivo porque las especies que existieron en las más remotas épocas zoológicas, como son, las de los trilobites, anelidos, pteropodos, heterópodos y gasteropodos tenían sus caracteres iguales á las mismas especies de la fauna actual. Segundo: tampoco se puede sostener que aunque en la fauna actual existan tipos exactamente iguales á los de las más antiguas, como acontece con los moluscos y anélidos, que éstos han sido constantes desde que por primera vez aparecieron en la tierra, puesto que los períodos que se acaban de nombrar, están caracterizados por apariciones y desapariciones sucesivas; no

repitiéndose los tipos de los animales desaparecidos, á pesar del inmenso período de tiempo que cada época representa.

Todo induce á creer, por lo tanto, que la orden dada por la Divina Providencia á los seres vivos ha sido la de ir apareciendo sucesivamente, según las condiciones que cada época representa, quedando siempre en pie que, siendo consecuencia la mayor parte de los animales existentes, de los productos sexuales masculino y femenino en las variadas formas que nos enseña la zoología, ha debido aparecer el primer par de cada especie, y lo mismo en las siguientes apariciones, bien en completo estado de madurez sexual para producir su descendencia ó bien en un primitivo estado de crecimiento tal que les haya permitido acometer con éxito la llamada por Darwin *lucha por la vida*, y poder llegar al máximum de desarrollo y crecimiento.

Tanto una forma de aparición como la otra, no pueden ser consecuencia de las causas actuales, sino de las causas finales admirablemente dispuestas por la causa superior é inteligente que dirige los mundos.

Peña en su notable tratado de Arqueología prehistórica dice: «Ello es que el paso de la matería inorgánica á la materia orgánica, de la naturaleza bruta á la materia animada suscita un problema científico insoluble; el orígen de la vida; porque de la molécula muerta á la molécula viva hay un abismo infranqueable.»

«No se conoce un solo hecho positivo, dice textualmente Virchow, (Revue Scientiphique -8 Diciembre 77) que establezca que una masa inorgánica, aun la de la sociedad *Carbón y Compañía* se haya transformado jamás en masa orgánica. Y por lo tanto, si yo no quiero creer que hay un creador especial, tengo que recurrir á la generación espontánea; la cosa es evidente, *tertium non datur*. Cuando digo; yo no admito la creación y quiero una explicación del orígen de la vida, emito una primera tésis; pero hay que llegar de buena ó de mala voluntad á la segunda, *ergo* admito la generación espontánea. Pero no tenemos ninguna prueba, nadie ha visto una producción espontánea de materia orgánica, *no son los teólogos, son los sabios los que lo niegan*.... Es preciso optar entre la generación espontánea y la creación; hablando francamente, sigue diciendo, nosotros los sabios (materialistas) tenemos una pequeña preferencia por la generación espontánea. ¡Ah! si una demostración cualquiera se presentase.... Pero pienso que nos sobra tiempo para esperarla.... Con el *Bathybius* ha desaparecido una vez más la esperanza de una demostración.»

Con estas palabras Virchow condena la teoría Hœckeliana y la creación de Huxley *tan pomposamente anunciada al mundo científico y tan cruelmente desmentida más tarde* (Virchow).

La idea evolucionista elevada á cuerpo de doctrina por los sabios de la escuela materialista produjo el transformismo, que hábilmente presentado por Hœckel con multitud de neologismos y atrevimientos á todas luces singulares, ha sabido cautivar á muchos y muy especialmente á aquellos para los que la intervención de lo sobrenatural es un obstáculo sério.

Hœckel después de inventar la *mónera* por generación espontánea, llega, después de una genealógia de 21 etapas á constituir al hombre, haciéndole pasar por casi todos los estadios de la escala zoológica, colocándolo en el vértice superior de los vertebrados y asignándole como antecesores, bien á los *Pithecantropos* ó bien á los *anthropopithecos,* según se aproximen más al mono ó al hombre; especies desaparecidas ambas y que solo existieron en la imaginación de su autor, confundiendo lastimosamente, y quizás á sabiendas, con todas sus consecuencias, al hombre con el cuerpo humano.

Federico Strauss (Peña, pág. 168) autor de *L' ancienne et la nouvelle foi* dice textualmente «Si fuera cierto el principio contrario á la evolución (que es el de la separación original y absoluta de las especies), seríanos indispensable volver á la creación y al milagro; entonces Dios crió la yerba, la planta y el árbol, y tambien todos los animales, cada uno según su especie. Felizmente ha aparecido Darwin y ha explicado el orígen de los séres... Ha demostrado la fuerza, la acción de la naturaleza, que muy bien puede suplir al milagro en el sitio en que parece más indispensable; ha abierto una puerta por la cual la posteridad más afortunada, podrá olvidar el milagro para siempre. Cualquiera que sepa lo que el milagro lleva consigo no podrá menos de considerar á Darwin á la altura de los más grandes bienhechores de la humanidad.»

M. Saury, traductor de Hœckel en el prefacio de las *Pruebas del transformismo* dice «Han quedado anonadados los viejos dogmas sacrosantos de las causas finales del Universo, de la inmutabilidad de las especies, de las creaciones sucesivas, de la imposibilidad de una generación espontánea y de la reciente aparición del hombre sobre la tierra.... Las teorías de Darwin dan razón completa de los hechos que estudia la anatomía comparada, sin que, para en adelante, haya necesidad de transformar las variedades en especies inmutables; creadas de una vez para siempre; de ver en cada especie extinguida ó viviente, la encarnación de una idea divina, ó la realización de planes preconcebidos por no se sabe que artífice, que á pesar de que, á la terminación de cada obra se aplaudía á sí mismo encontrándola sencillamente buena, vuelve á empezarla periódicamente.»

Cárlos Richet, autor de la *Revue Scientiphique de France* escribía «Todos los séres se tocan, forman una cadena de vida qne no se presenta interrumpida más que como consecuencia de nuestra ignorancia de las formas extinguidas ó que han desaparecido. En esta gerarquía de séres el hombre ocupa el primer lugar, pero no está fuera de la familia» y más adelante dice «Los mismos órganos, los mismos aparatos, las mismas funciones, el mismo nacimiento, la misma vida y la misma muerte.... No hay dos maneras de morir, la una para el semi-dios hombre, y la otra para el simple bruto. El semi-dios y el bruto perecen del mismo modo. El corazón se detiene, la respiración cesa, el sistema nervioso pierde sus propiedades; después los átomos químicos que constituyen el cuerpo se disgregan y forman otras combinaciones. El carbono y el oxígeno del hombre no son de otra

naturaleza que el carbono y el oxígeno del cuerpo de los animales.... Se puede pues considerar como probado que no hay un abismo infranqueable en el hombre y los brutos.»

Estas descripciones, de tan renombrados autores simplemente examinadas, con criterio oxtodoxo, resultan ser otras tantas blasfemias de forma científica, dichas con la frescura natural de quien no tiene temor ni al desconocido más allá ni al escándalo actual que producen.

Esta forma franca y abierta del materialismo ha sido algún tanto dulcificada por autores más modernos que, sin el valor suficiente para expresarse con tanta frescura, envuelven sus manifestaciones con una pequeña, pero pudibunda hoja de parra, sin abandonar por esto el fundamento de sus ideas que es la negación de lo sobrenatural y para no exteriorizar esta confesión que quizás consideren inoportuna, proclaman la necesidad de cultivar la ciencia libre siempre de prejuicios filosóficos, es decir, sin las trabas de la verdad, sin el férreo yugo de la comprobación de los hechos.

Sobre todas estas fantasías, están los hechos contínua y universalmente comprobados; los peces siempre procrearon peces, las aves solo procrearon aves y por último, á pesar de los mil ensayos que en la práctica de la vida se hacen con los animales más al alcance de la mano del hombre, como son perros, caballos, etc., con los que llega á constituir razas apropiadas para diversos fines, siempre se ha visto y se ve que los séres que procrean son de la misma especie que los padres, por consiguiente en tanto los hechos no vengan con su lógica contundente, á comprobar el transformismo, siempre estará éste á la altura de los fantaseadores de la ciencia.

Volviendo pues á la *evolución* que experimentan todos los séres vivos, se presenta en primer lugar una *evolución natural,* común á todos ellos, que principia en el momento en que el principio vital anima á la célula y termina con la desaparición de la vida del individuo; esta *evolución* tiene dos fases principales, la primera desde que aparece la vida, hasta el completo desarrollo del individuo y la segunda que parte de este estado hasta la extinción de la vida.

Otra *evolución* existe y es la que se efectúa cuando un sér pierde la normalidad de su crecimiento ó formación, afectando al llegar al completo de su desarrollo diferencias notables, tanto en sus condiciones como en la proporcionalidad de las diferentes partes del cuerpo, ó bien en el color y la forma, comparado con el individuo considerado normalmente; esta *evolución* que reconoce muchas causas es generalmente transitoria, pero también suele ser permanente originando lo que se llaman razas: es debida unas veces al instinto de los animales y otras veces á la acción del hombre que para llenar determinados fines llega, dentro de la misma especie, á obtener grandes cambios de forma y condiciones con los cuales consigue atender á los fines que se ha propuesto.

De manera que se puede llamar *evolución natural* la que obedece únicamente á causas naturalas, y *evolución provocada* la que se produce en los séres cuando

los cambios que en ellos se opera son debidos á causas extrañas á los individuos en que se producen.

Así mismo se puede llamar *evolución progresiva* la que se verifica en todos los séres desde que principia la vida en la célula, hasta el completo desarrollo del individuo adulto y *evolución regresiva* cuando desde este completo desarrollo va el sér caminando en sentido descendente al ocaso de la vida.

Esto no obstante, dentro de la evolución progresiva que queda apuntada puede presentarse y se presentan con frecuencia fases regresivas; por ejemplo, como acontece con la familia *Pleuronectida* en la que los individuos de esta familia, cuyos primeros pasos en la vida son conocidos, tienen simetría bilateral y por lo tanto los huesos de la cabeza en condiciones normales y así están durante cierto tiempo del periodo larval, hasta que guiados por su instinto se acomodan á la vida sedentaria reposando constantemente sobre un lado, observándose entonces que, la aleta de este lado queda casi atrofiada, el pigmento huye convirtiéndose en blanco el color del costado; el ojo correspondiente á este lado que quedaría inservible, atraviesa los huesos de la cabeza que sufren una notable deformación y quedan los dos ojos á una banda constituyendo la banda, en que quedan éstos uno de los caracteres específicos.

En el desarrollo de estos peces se observa que se ha perdido la regularidad de la forma porque el instinto les lleva á acomodarse á una vida en la que para tener lugar su completo desarrollo ha sufrido notable variación la forma primitiva que el pez tenía y cuyas diferencias siguen permanentes en todos los individuos de las respectivas especies, aunque el principio del periodo larval revista la forma simétrica que es general en los peces.

Es axiomático en biología que los órganos que no se usan degeneran y llegan á atrofiarse, así vemos como ejemplo saliente lo que acontece con los peces de los lagos subterráneos del estado de Tennesee y de la república del Ecuador; estos peces, á consecuencia de nacer y vivir en la lobreguez contínua llegan á perder los ojos que únicamente se les señalan con una fisura ó hendidura; pues bien, es un hecho comprobado que, cuando estos peces se les hace vivir en aguas atravesadas por la luz del día llegan, al cabo de muy pocas generaciones á tener desarrollados los ojos como los demás peces. En estos individuos se ha dado el caso de dos evoluciones, una regresiva al atrofiarse los órganos que no han podido estar en uso y otra progresiva al volver al desarrollo normal de estos mismos órganos.

Si se examinan todas las evoluciones que el hombre hace que se produzcan por todos los medios que están á su alcance en las diferentes razas de animales que utiliza para sus fines particulares, se observa que todas las variaciones de estructura provocada por la acción directa del hombre, es mucho menos durable que cuando se produce por el instinto del propio individuo.

Ejemplo de esto nos suministra la misma familia Pleuronéctida que conserva la forma anormal en tanto les dura la vida; los *amblystoma,* conocidos en el

continente mejicano con el nombre de Axolotles, en los que se dá el caso raro de ser caducibranquios unas veces y perennibranquios otras, según el género de vida á que su instinto les lleva, siendo en estos animales la forma branquiada la que procrea y los no branquiados estériles.

La generación alternante presenta otros tantos casos de evolución progresiva y regresiva dentro de la misma especie, pues no tiene duda que el individuo libre, con movimientos propios, es más perfecto que el individuo fijo ó privado de motilidad.

Bajo todos estos puntos de vista no tiene duda, *la evolución es un hecho;* pero generalizar este criterio para sobre él construir ó fundar una teoría es sencillamente un absurdo, puesto que se trata de confundir en una misma regla á criterios completamente opuestos.

Por esta razón, los materialistas aceptan como buena esta base y tienen interés en conservarla porque representa el fundamento de su teoría; tanto para los que franca y abiertamente proclaman como principio del reino animal á la materia viva, como los que timidamente rinden culto al mismo principio atreviéndose sólo á decir que les estorban los prejuicios filosóficos.

En cambio, los que ven en estos principios la guía principal de la verdadera ciencia, y están convencidos que únicamente la Omnipotencia divina pudo crear, en la forma que mejor le plugo, la inmensa falange de séres vivos que pueblan los aires, las aguas y la tierra, para éstos, es necesario siempre, al tratar de la *evolución* que sea aclarado el concepto, especificando con un adjetivo la clase *evolución* á que se refieren.

Esto no obstante, en sentir de doctísimos interpretadores de los Libros Santos, se puede aceptar, para la explicación de la sucesiva aparición de los séres organizados sobre la tierra, cualquier sistema, regla ó procedimiento; con tal que quede á salvo, como idea primordial el mandato del Sér Supremo; puesto que como consta mas arriba, la tradición Mosaica no se opone á ninguna de estas manifestaciones; en cambio, cuando franca ó embozadamente, de esta idea primordial se prescinde, fácilmente se confiesa la poco envidiable descendencia de los Anthropopithecos ó Pithecanthropos.

PRESENTED
10 MAR 1905
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

10 MAR 1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 3

NOTAS ASTRONÓMICAS

presentadas á la Real Academia de Ciencias y Artes

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 3

NOTAS ASTRONÓMICAS

presentadas á la Real Academia de Ciencias y Artes

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

SEGUNDA NOTA SOBRE LOS RADIANTES ESTACIONARIOS

En la Nota que tuve el honor de leer ante esta Real Academia en la Junta general celebrada el 16 de diciembre de 1902 apunté la hipótesis que, según á mi entender, puede dar cuenta del aparentemente anómalo fenómeno de los radiantes estacionarios. Si admitiéramos, conforme indiqué en mi primera nota, que la permanencia de las coordenadas de un radiante se debe á las perturbaciones planetarias (y éstas no podrían ser evidentemente más que las de la Tierra), es preciso confesar que, por lo menos según mi criterio, ninguna razón mecánica da cuenta satisfactoria del hecho. En este estado de cosas no cabe más que admitir (con lo cual no hago más que sintetizar lo que ya desarrollé en la mencionada Nota) que la explicación cósmica que supone grandes enjambres meteóricos procedentes de remotísimas regiones del espacio, cuyos corpúsculos (dotados en su origen probablemente de la misma velocidad de traslación y que por tanto describen órbitas distintas por ser distintas sus distancias al Sol, así como su posición respecto de la eclíptica) cortan la órbita terrestre. En el caso eventual de combinarse convenientemente en las órbitas sucesivas de un mismo enjambre meteórico los elementos de las mismas, principalmente la distancia perihelia y la inclinación, puede resultar la constancia de la posición de un radiante durante buen número de meses. Me atreveré á añadir que este caso no sólo puede ocurrir sino que debe ocurrir; es decir, que necesariamente, siendo tantos los radiantes distintos, algunos de ellos deben parecer sensiblemente estacionarios por esta única razón.

Aun cuando todas las observaciones del eminente astrónomo inglés Denning se caracterizan por su exactitud y escrupulosidad, salta á la vista, y él mismo lo confiesa, que la inmensa mayoría de los radiantes estacionarios observados se basa en observaciones de poco peso por el escaso número de meteoros observados. En estas condiciones, es completamente gratuito afirmar la constancia ó cuando menos la comunidad física de los elementos de un radiante estacionario determinado, tanto más cuanto este escaso número de meteoros se reparte no sólo en varios meses de un mismo año si no que es resultado de la observación de una porción de años.

Sea como fuere, es preciso someter al cálculo las órbitas meteóricas para saber si las órbitas correspondientes á un radiante estacionario, y que sensiblemente son funciones en este caso no más que de la longitud del Sol, cumplen con la condición, impuesta por mi hipótesis, de hallarse todos los perihelios en línea recta con el centro del Sol.

Para llevar á efecto el cálculo comprobatorio de esta condición, sigo un criterio sencillísimo, tan sencillo que no exige figura para ser comprendido. Llamando v y v' á las anomalías verdaderas de dos cuerpos meteóricos en el momento de cortar la órbita terrestre ó de hallarse en uno de sus puntos nodales; i é i' las

inclinaciones de las órbitas respectivas sobre el plano de la eclíptica, la condición necesaria y suficiente para que todos los perihelios se hallen en linea recta es que:

$$\frac{\text{sen } v}{\text{sen } v'} = \frac{\text{sen } i'}{\text{sen } i}, \qquad (1)$$

proporción que resulta de considerar el triángulo esférico formado por las dos órbitas meteóricas y la eclíptica.

Apliquémosla á la práctica y veamos el resultado. Sean, por ejemplo, las Triangúlidas, uno de los grupos de estacionarios relativamente más nutridos, y calculemos sus elementos parabólicos. El método que he seguido es el de Oppolzer, cuyas fórmulas fundamentales aparecen en mi primera Memoria sobre esta misma materia.

Denning asigna á las Triangúlidas la posición media siguiente: AR = 29°,85; D = + 36°,46, siendo sus extremos el 9 de julio y el 7 de diciembre. En el siguiente cuadro están calculados los elementos parabólicos para los días indicados, esto es, para los días extremos de la duración del radiante. Dada la poca exactitud de los datos en esta clase de observaciones, en los cálculos no he empleado más que cuatro cifras decimales

Epoca	π	Ω	i	$\log q$
9 julio	219° 44′	106° 46′	132° 44′	$\bar{1}$,8488
7 diciembre	112 41	254 57	10 25	$\bar{1}$,9470

Las anomalias resultan ser las siguientes respectivamente: $v = +\ 67°\ 2'$ y $v' = -\ 37°\ 44'$. Aplicada la fórmula (1), resulta que no existe ninguna proporcionalidad entre los senos de las anomalias y los senos de las inclinaciones. Por lo tanto, los perihelios de ambas órbitas no están en línea recta con el Sol, de donde se deduce necesariamente que no pertenecen á una misma familia cósmica, en el supuesto de que ésta no ha sufrido grandes perturbaciones por parte de los planetas, y que, en fin, es altamente probable que las Triangúlidas, en los días 9 de julio y 7 de diciembre, por lo menos, no constituyen ninguna unidad cósmica, sino que la existencia de tal radiante en dichos días es debido al azar, es decir, que es independiente de los radiantes observados en otras épocas en la misma posición, resultado que corrobora uno de los extremos que apunté en mi primera Memoria.

Ciertamente que los datos en que me apoyo son pocos en número para deducir consecuencias generales, y nada es posible indicar sobre los demás radiantes ni siquiera sobre el resto de las Triangúlidas, aun cuando es visible que desde luego, en atención á los resultados obtenidos, sería preciso, para cumplir con la fórmula (1), reducir muchísimo los límites de duración asignados por Denning á dicho grupo estacionario. Es evidente, pues, la conveniencia de repetir este

cálculo para todos los radiantes del Catálogo de Denning y demás radiantes que presenten caracteres de constancia y duración. Es una empresa, en verdad, sumamente laboriosa, pero muy recomendable á matemáticos y astrónomos jóvenes que deseen adquirir facilidad en este género de trabajos y, al propio tiempo, prestar un importante servicio á la Ciencia. Por mi parte, no renuncio á llevarla á cabo si el tiempo me lo consiente.

En la primera Nota que sobre esa misma materia presenté á la Academia se deslizaron una errata y una omisión que convienen rectificar. En la página 7, linea 14, donde dice semi-parámetro, léese parámetro. En la página 8, línea 5 subiendo, añádese: a′ : radio vector de la Tierra.

Barcelona, 30 marzo 1903.

ECLIPSE PARCIAL DE LUNA DEL 11-12 ABRIL 1903

En Barcelona, las condiciones atmosféricas fueron excelentes durante la noche del 11-12 abril para la observación del eclipse parcial de Luna.

Los elementos de este eclipse eran los siguientes:

Entrada de la Luna en la penumbra.	11 abril. . .	$21^h\ 27^m$
Entrada en la sombra.	» . . .	22 35
Medio del eclipse.	12 abril. . .	0 13
Salida de la sombra.	» . . .	1 52
Salida de la penumbra.	» . . .	3 0

La magnitud del eclipse = 0.973, tomando por unidad el diámetro aparente de la Luna.

Para la observación visual del fenómeno, dispuse del ecuatorial Grubb, provisto de un ocular positivo de nebulosas, y de unos excelentes gemelos de teatro de la casa Bardou.

La invasión de la penumbra fué muy poco perceptible. Hasta las 22^h no fué evidente.

$22^h\ 12^m$.—La penumbra no ofrece ninguna coloración. Muy visible.

$22^h\ 33^m8$.—Primer contacto de la sombra. Observación bastante precisa efectuada con el ecuatorial. Con este instrumento, se percibe perfectamente la parte eclipsada, que es incolora. Con los gemelos es invisible.

$22^h\ 40^m$.—Con los gemelos, el borde exterior de la sombra y la penumbra entera son muy ligeramente violados. Con el ecuatorial, ya no aparece transparente la parte interna de la sombra.

22h 54m.—La sombra pasa por el centro de Tycho. Con el ecuatorial, se vislumbra muy difícilmente toda la parte eclipsada. La coloración general es azulada. Con los gemelos, no es seguro que se vislumbre la parte eclipsada.

23h 0m6.—La sombra pasa por el centro del circo de Copérnico.

23h 5m.—La sombra es negra, tanto con el ecuatorial como con los gemelos. La parte transparente de la misma está limitada al borde, formando una corona de 3′ á 4′ de arco de espesor. Por efecto de las diferentes tonalidadades de la topografía de la Luna, el borde de la sombra terrestre aparece, á simple vista, deformado, mostrando protuberaciones y depresiones.

23h 20m.—Con los gemelos, parece distinguirse la parte eclipsada, de color verdoso. Con el ecuatorial, no se ve nada de dicha región, exceptuando la corona exterior indicada.

23h 30m.—Con los gemelos, se distingue esta corona exterior, cuyo espesor es ahora muy aproximadamente de 2′. El resto de la sombra es completamente negro.

23h 42m.—La zona transparente aparece, con el ecuatorial, algo más ancha. En estos momentos, empieza á destacarse intensamente la Espiga, de la constelación de la Virgen, que resplandece á muy pocos grados al Sur de la Luna.

23h 45m.—Con los gemelos, se ve penetrar profundamente en la sombra las puntas de la parte iluminada.

23h 53m.—Con el ecuatorial, se distingue muy debilmente toda la parte eclipsada. Ninguna coloración.

23h 55m.—La coloración que ahora presenta la parte eclipsada es de un rojo obscuro de muy difícil percepción. Con los gemelos, no se ve nada de la región eclipsada.

0h 2m —Con el ecuatorial, se distingue admirablemente la zona ó corona exterior transparente, perfectamente limitada y azulada, y de 3′ de espesor. Con el mismo instrumento, aparece también muy visible la parte eclipsada, coloreada de carmín obscuro.

0h 5m.—Con los gemelos, se distingue también esta coloración de la parte eclipsada.

0h 13m.—La parte que queda por eclipsar en este momento, que es el de la máxima fase, concuerda sensiblemente con el cálculo.

0h 22m.—Con el ecuatorial, aparece muy roja la parte eclipsada.

0h 35m.—Con los gemelos, análoga observación.

0h 40m.—El borde de la Luna opuesto á la parte iluminada aparece, con los gemelos, de un rojo intenso.

0h 52m.—Análoga observación á la anterior. Aunque dificilmente, se percibe la parte eclipsada á simple vista. Es evidente que esta parte eclipsada es mucho más visible en la segunda mitad del eclipse que en la primera.

1h 0m.—Se ve admirablemente y muy roja, con los gemelos, la parte eclip-

sada. El reborde transparente de la sombra continúa presentando el mismo aspecto.

1h 10m.—Todavía se percibe, con los gemelos, la parte eclipsada.

1h 20m.—Con los gemelos, se ve muy dificilmente la parte eclipsada.

1h 25m.—Como al principio, la penumbra y límite de la sombra aparecen violados. La parte eclipsada es aún visible, pero no roja.

1h 32m.—Ya no es visible la parte eclipsada con los gemelos ni con el ecuatorial.

1h 51m3.—Ultimo contacto de la sombra; observación bastante precisa, con los gemelos. La salida de la penumbra presenta sensiblemente el mismo aspecto que la entrada.

Al objeto de determinar las variaciones de luz presentadas por la Luna durante el eclipse, me he valido de un procedimiento fotográfico, que permite apreciar con bastante exactitud, sino precisamente las fluctuaciones luminosas, la intensidad actínica de la Luna en diferentes fases del fenómeno, intensidad que, con mucha aproximación, puede suponerse, en nuestro caso, proporcional á la intensidad luminosa ó sensible para nuestra retina.

Para obtener el resultado apetecido, expuse á la luz de la Luna y con intervalos de 10 minutos, 24 placas de 4×6^{cm} Lumière, colocadas siempre normalmente á nuestro satélite y dándolas á todas la misma exposición de 2m. Estas placas desarrolladas todas en idénticas condiciones de baño revelador preparado con una mezcla de hidroquina y metol, han resultado, como es consiguiente, con opacidades diferentes. Colocadas luego estas placas en un chasis-prensa dispuesto normalmente á la luz del Sol en un día completamente raso y estando el Sol cerca del meridiano y por tanto siendo insensible la perturbación introducida por la variación de absorción atmosférica, el tiempo en segundos que necesitó cada placa para dar exactamente una misma impresión sobre papel sensible me ha dado la relación de intensidad actínica de la Luna en las diferentes fases del fenómeno.

Para que la variación de intensidades resulte más clara, he representado los resultados en un diagrama cuyas abcisas son las horas en que se obtuvieron las diversas impresiones, y cuyas ordenadas representan los segundos que necesitó cada placa para dar una misma impresión sobre el papel sensible. Debo advertir que las horas indicadas en el diagrama son las que corresponden al principio de la exposición de cada placa. Así, la primera, que corresponde, según el diagrama, á las 9h 28m, indica que la placa comenzó á exponerse á las 9h 28m y que terminó la exposición á las 9h 30m. Puede aceptarse en términos muy aproximados que la impresión de la placa corresponde á las 9h 29m. Idéntica consideración puede hacerse para todas las demás placas.

Haré algunas breves consideraciones sobre los resultados obtenidos, empezando por las observaciones visuales. Ante todo, debo advertir que este eclipse era en principio interesante, por efecto de una circunstancia especial. Me refiero

á las cenizas proyectadas por el volcán de la Martinica hasta elevadas regiones de la atmósfera. Este polvillo impalpable de origen volcánico, flotando en la atmósfera y dispersado por todo el contorno de la Tierra, fué la causa, y lo es todavía, de los crepúsculos rojizos que se observan cuando el Sol está á pocos grados bajo el horizonte. Siendo la iluminación de la parte eclipsada de la Luna producida, como es sabido, por los rayos solares que se refractan en la atmósfera terrestre, es evidente que, si ésta es más rojiza que de ordinario, la Luna eclipsada tendrá que aparecer también más rojiza que de costumbre.

Este eclipse casi total de Luna constituía, pues, una buena ocasión para comprobar estas consideraciones, y, por ello, como decía antes, era particularmente interesante.

Los resultados, á mi entender, han sido completamente comprobatorios, si bien se ha chocado con el inconveniente de ser en el momento del eclipse casi opaca la atmósfera terrestre en el contorno de nuestro globo, principalmente en la primera mitad del fenómeno, por cuya razón ha sido muy poco luminosa la parte eclipsada y, por tanto, muy obscura y poco evidente la coloración roja. Pero esta coloración ha existido, aun cuando muy obscura por falta de luz, y hubiese sido extraordinariamente acusada y de gran intensidad á ser más transparente ó menos nubosa la atmósfera terrestre. A mi juicio, atendiendo á la poquísima visibilidad de la parte eclipsada, el rojo no hubiera sido perceptible en este eclipse á tener la misma intensidad que en la generalidad de tales fenómenos.

Esta poca visibilidad de la parte eclipsada ha sido una característica notable del último eclipse. Poquísimas veces se habrá observado un fenómeno parecido en tales condiciones, y bien pudiera influir también en esa opacidad atmosférica los mencionados corpúsculos volcánicos. De todos modos, es evidente que la transparencia de la atmósfera en el contorno de la tierra fué muy diferente en las diversas horas del eclipse.

En efecto, la parte eclipsada, conforme indican mis observaciones, no comenzó á ser visible hasta casi en el momento de la fase máxima, esceptuando la zona exterior transparente de la sombra, de 2′ á 3′ de espesor, y que puede ser originaria de la refracción de los rayos solares en las capas más elevadas y transparentes de la atmósfera. En cambio, en la segunda mitad permaneció visible la sombra hasta poco antes de la salida de la misma. Es evidente, pues, que la transparencia de la atmófera terrestre no fué la misma durante toda la duración del fenómeno. Es altamente probable que estas variaciones de intensidad luminosa de la parte eclipsada no obedecen á otra causa sino á las diferentes regiones del contorno atmosférico de la Tierra que sucesivamente influyen en la sombra proyectada sobre la Luna, y que es imposible poder precisar ó localizar, pues las radiaciones refractadas pueden proceder de regiones muy distintas ó muy separadas de la superficie de la Tierra.

La curva de intensidad actínica tiene también su importancia. Desde luego, es notable la poca alteración producida en las placas por la penumbra, hecho que

está conforme con la observación visual, como queda apuntado más arriba. Si examinamos, en efecto, el diagrama, notaremos que en los primeros 40 minutos á partir de la entrada de la penumbra, ésta no llega á contrabalancear el aumento de luminosidad de la Luna debido á su elevación creciente sobre el horizonte, á pesar de hallarse nuestra satélite á buena altura desde el principio del eclipse. Es indudable que la refracción, por lo menos en las capas altas de la atmósfera, completamente transparentes, envía rayos luminosos que cruzan con exceso el cono de sombra pura y que colorean la corona penumbral, rayos pertenecientes á la región violada del espectro, de donde se origina muy probablemente, á mi entender, la coloración violada de la penumbra, conforme observé, y quizás también el tono azulado de la corona exterior de la sombra. Hasta regiones muy internas de la sombra, llegan, entre otras, las radiaciones rojas refractadas principalmente por las capas más densas y bajas de la atmósfera, así como las radiaciones amarillas, verdes, etc., pero éstas casi totalmente anuladas por la atmósfera, cuyas capas bajas apenas dejan transparentar otro color que el rojizo. Es evidente que estos diversos efectos espectrales producidos en las capas altas y bajas de la atmósfera y, en general, en capas de diferente densidad y coloración propia, se suman y compenetran, dando por resultado coloraciones compuestas cuyo análisis es siempre altamente complejo.

Hasta después de la entrada de la sombra, la curva del diagrama no muestra tendencia á descender, si bien tampoco lo efectúa de un modo contínuo, sobre todo en la primera parte del eclipse, por efecto de perturbaciones cuyo orígen es de muy difícil descubrimiento, pero que podría atribuirse, por lo menos en parte, á variaciones imperceptibles de transparencia atmosférica, en el punto de observación, variaciones que, como es sabido, influyen altamente en el poder actínico de las radiaciones. El mínimo de la curva corresponde bien al medio del eclipse, y la subida aparece bastante uniforme y simétrica con los últimos 60^m de bajada. La relación de intensidad actínica que resulta de la comparación de mis placas se acuerda sensiblemente con la relación de las áreas iluminadas, teniendo en cuenta la influencia de la penumbra, sin descender á mínimas correcciones que en nuestro caso no tienen ninguna importancia.

En cuanto á las horas de los contactos de la sombra, si bien éstos son imposibles de apreciar con exactitud, los resultados obtenidos, que lo han sido con el mayor cuidado posible, demuestran que no ha existido diferencia sensible entre el cálculo y la observación, lo propio que por lo que se refiere á la cantidad de superficie lunar que en la fase máxima quedó por eclipsar.

Barcelona, 20 abril 1903.

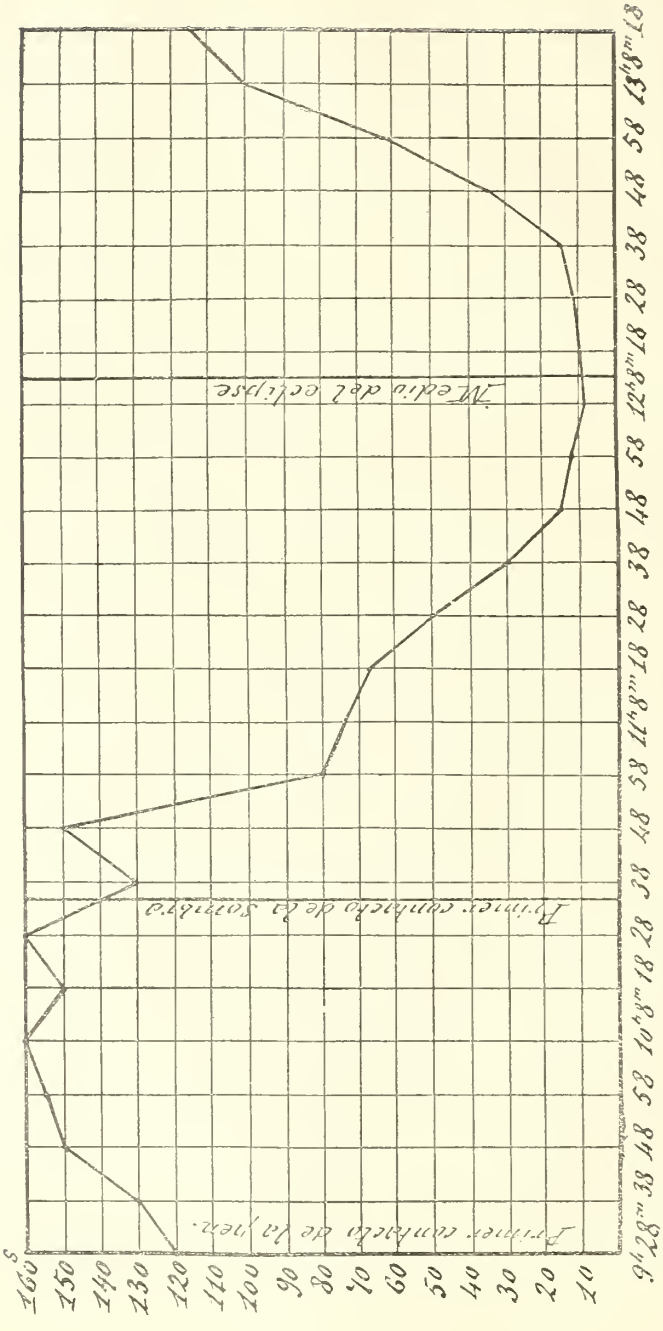


Diagrama de la intensidad actínica de la Luna durante el eclipse parcial del 11-12 abril 1903.

José Comas Solá.

NOTA SOBRE LOS HIELOS BOREALES DE MARTE

Entre las observaciones más notables que he podido efectuar de Marte durante la oposición ocurrida en 1903, debo citar la persistencia de los hielos boreales, fenómeno que brevemente expondré en este momento, con el intento de dejar para otra sesión de esta Academia la exposición total de mis observaciones, que dicho sea anticipadamente, ha sido muy poco favorecida por la bondad de las imágenes y el estado del tiempo.

Debo recordar que el solsticio de verano del hemisferio boreal de Marte ocurrió el 27 de febrero de 1903. En Marte sucede lo mismo que en la Tierra por lo que se refiere á la época de la mínima extensión de los hielos polares ó del máximo deshielo; esta época, en efecto, no coincide con el solsticio en ninguno de los dos planetas: en la Tierra ocurre aproximadamente un mes después del solsticio, y en Marte, por la mayor duración de su movimiento de rotación alrededor del Sol, se efectúa de dos á cuatro meses después, según se deduce de las observaciones efectuadas hasta el presente. Recordaré también que así como en la Tierra la disminución de los casquetes polares es relativamente escasa, en Marte lo es mucho, en tal grado, que en la mayoría de sus veranos llegan aquéllos á transformarse en una manchita blanca que no mide más de 5° de diámetro de círculo máximo.

Examinemos la variación de extensión del casquete boreal de Marte durante su verano de 1903.

En todo el mes de enero el diámetro del casquete boreal fué sensiblemente constante y de unos 25°. En febrero disminuyó rápidamente, de modo que á fines de dicho mes su diámetro no era superior á 12°. Durante el mes de marzo, continuó la disminución, alcanzando sólo de 8° á 10°. Hácia últimos de abril y primeros de mayo tenía que ocurrir sensiblemente el mínimo, y, no obstante de ello, no sólo fué visible con facilidad durante todo el mes la mancha polar, resplandeciente de blancura, sino que mostró tendencia á aumentar en sus últimos días. Esta tendencia la he podido confirmar en el corriente mes de mayo, de tal manera, que el día 20 era completamente indudable que continuaba aumentando la mancha.

Es evidente, por tanto, que la mancha polar boreal ha pasado ya por el mínimo, y que este mínimo tuvo lugar antes de la época teórica ó acostumbrada, aparte de que no ha dejado un momento de ser la mancha fácilmente visible, alcanzando un mínimo superior al ordinario, es decir, unos 5° ó 6°. De todo lo cual puede inferirse que la temperatura del hemisferio boreal de Marte durante su último verano, ha sido más baja que en la mayoría de las demás estaciones análogas.

¿Debemos establecer una aproximación entre la anomalía térmica que ha

presentado Marte durante estos últimos meses y la baja temperatura característica de la actual primavera terrestre? Si esta coincidencia no fuera debida al azar, debiéramos creer que el origen de esta baja temperatura, común á los dos planetas, es cósmico, exterior; que la causa se debe quizás á una disminución accidental ó periódica de la energía calorífica solar.

En la imposibilidad de responder á esta pregunta por el momento, sirva cuando menos esta observación para poner de relieve la importancia de la Meteorología comparada de Marte y de la Tierra, al objeto de deducir en muchos casos si algunos estados especiales atmosféricos de la Tierra reconocen por origen perturbaciones dimanadas del propio planeta ó bien si proceden de una causa exterior ó común, como la variación de la radiación solar ó fenómenos cósmicos imposibles en estos momentos de precisar. Cierto que los elementos meteorológicos que podemos apreciar en Marte son bien escasos y de observación relativamente muy defectuosa, pero es evidente, asimismo, que contamos con un fiel y precioso termómetro, como son las nieves polares, que nos permite apreciar la temperatura relativa del planeta vecino en cada época de observación. En cuanto á la Tierra, creo inútil tener que demostrar que para obtener con cierta exactitud la cantidad de calorías recibidas por la misma en un tiempo determinado, es preciso servirse de los datos termométricos procedentes de gran número de estaciones meteorológicas que estén convenientemente espaciadas en toda la periferia de la Tierra, circunstancia que, generalmente, se atiende muy poco en los estudios de climatología general.

Paréceme que una continuada comparación meteorológica de ambos planetas efectuada en las citadas condiciones, podría dar mucha luz sobre algunos problemas de la radiación solar y de la meteorología terrestre y marcial.

Barcelona, 31 mayo 1903.

NOTA SOBRE LA ROTACIÓN DE SATURNO

La determinación de la rotación de Saturno ha sido casi siempre una cuestión difícil. Esta dificultad no ha reconocido otro origen, en general, que la rareza de la percepción de manchas identificables y duraderas sobre el disco de Saturno. La pequeña y débil luminosidad del disco saturniano añadida á la uniformidad relativa de las zonas y bandas del planeta, han hecho casi siempre difícil y poco segura la determinación de los pasos por el meridiano central del planeta de los detalles de su disco. A pesar de ello, son muchos los observadores que aseguran haber observado repetidamente las rotaciones de manchas blancas y obscuras y que han dado el valor numérico de las mismas. Pero me permitiré afirmar, fundándome en mi

experiencia propia, que la mayoría de los valores dados por diferentes astrónomos son completamente imaginarios, pues casi nunca he podido observar con mi ecuatorial alguna de las manchas de Saturno que muchos observadores con instrumentos inferiores al mío pretendían haber visto. Excepción hecha de algunas observaciones de Guillermo Herschel, casi las únicas observaciones seguras que teníamos de pasos por el meridiano central de Saturno con su consiguiente determinación de la rotación, se deben al Profesor Asaph Hall, efectuadas en el Observatorio Naval de Washington, de noviembre á diciembre de 1877. El valor que obtuvo dicho astrónomo para la duración de la rotación fué de $10^h\ 14^m\ 24^s$.

Júzguese, con dichos antecedentes, de mi satisfacción al recibir un telegrama de la *Centralstelle* de Kiel, en el que se me anunciaba que el Prof. Barnard, del Observatorio Lick, acababa de descubrir una brillante mancha en el disco de Saturno. Recibí el telegrama el 25 de junio del corriente año, y el 26, con espléndida imagen telescópica, pude observar la mancha de Barnard, que pasó por el meridiano central á las $13^h\ 19^m$ (T. m. a. de Gr.). La mancha era efectivamente excepcional por su visibilidad y blancura; además, era doble. Una de los componentes (la izquierda), era la más brillante, y á ella refiero y referiré en lo sucesivo la hora de los pasos. La mancha se hallaba en la zona tropical boreal, en contacto con la gran banda boreal ecuatorial.

1 julio.—A las $13^h\ 55^m$ pasó por el m. c. otra mancha blanca de la misma zona, pero menor que la de Barnard. También parecía doble.

8 julio.—A las $12^h\ 40^m$ pasó la mancha de Barnard. Análogo aspecto que el primer día.

9 julio.—A las $11^h\ 10^m$ se vió cerca del borde del planeta la mancha de Barnard, cuyo paso por el m. c. debió tener lugar hacia las 10^h.

11 julio.—A las $11^h\ 45^m$ pasó por el m. c. una mancha blanca difícil, pero bien segura, de la misma zona, en la cual, por otra parte, se vislumbran numerosos cúmulos blanquizcos. A las $14^h\ 45^m \pm$ (estima hecha unos 35^m antes del paso) pasó por el m. c. la mancha de Barnard, acompañada á su izquierda por la mancha ó componente blanca señalada más arriba.

14 julio.—A las $11^h\ 15^m$ pasó una difícil manchita blanca de la misma zona por el m. c.

20 julio.—Paso de la mancha de Barnard á las $11^h\ 32^m$. Evidentemente, era más débil y parecía haberse alargado. Imagen bastante mala.

21 julio.—A las $9^h\ 45^m$ pasó por el m. c. otra mancha blanca bastante aparente de la misma zona.

24 julio.—Paso de la mancha de Barnard á las $11^h.\ 25^m$. Observación rápida hecha en un claro de nubes.

28 julio.—A las $11^h\ 15^m$, paso de la mancha de Barnard. Estaba muy debilitada, tanto que era ya de observación difícil.

Esta es mi última observación segura de la mancha de Barnard. Si algunas veces, más adelante, me pareció distinguirla, la observación me resultaba dudosa

y de poco peso, por cuya razón he creido mejor suprimir en absoluto todas las observaciones de caracter dudoso. Considero altamente perjudicial en esta clase de observaciones tomar como bases de cálculo todas las efectuadas, aunque sean de identificación incierta. Creo mil veces preferible limitar el cálculo á las observaciones absolutamente ciertas; es el único modo de evitar, á mi entender, la influencia de los prejuicios ejercida en la identificación de detalles, partiendo de una rotación supuesta.

Apoyado mi cálculo exclusivamente en las observaciones de pasos por el meridiano central de la mancha de Barnard, encuentro como valor aproximado de su rotación:

$10^h\ 38^m\ 4.$

Efectuadas las cuatro primeras observaciones, calculé una primera aproximación de su rotación y encontré $10^h.\ 39^m$, resultado muy diferente del dado por Hall y todos los demás observadores anteriores, que como queda dicho, era de $10^h\ 14^m\ 24^s$. Me apresuré á publicar mis primeros resultados en el «Boletín de la Sociedad Astronómica de Francia» y luego escribí á mi querido y distinguido colega de la Real Sociedad Astronómica de Londres, M. Stanley Williams. Este señor me contestó afectando hasta cierto punto algunas dudas sobre los resultados que le comunicaba, tanto más cuanto á nuestro común colega Mr. Denning, no le resultaba, por el momento, la rotación que yo había encontrado. Mas, continuadas que fueron las observaciones principalmente por el Rev. Phillips y nosotros tres, pudo confirmarse de una manera irrevocable el número encontrado primero por mí. En efecto, en el número 3900 de la «Astronomische Nachrichten», apareció un trabajo de Mr. Denning sobre la mancha de Barnard, quién apoyándose en sus propias observaciones y en las de Hartwig, Graff, Fauth, Phillips, Kibbler y en todas las mías encuentra por rotación de la propia mancha el número $10^h\ 38^m$, valor que, como se ve, se separa muy poco del que yo había calculado.

Tenemos, pues, un hecho cierto, de grande importancia y hasta el presente desconocido, esto es, que en la zona templada boreal de Saturno hay manchas blancas (según Denning lo propio ocurre con las negras) que dan una rotación completa alrededor del eje del planeta en $10^h\ 39^m$ aproximadamente. Pero debo advertir que el valor de Asaph Hall, que se había convertido en clásico dentro de la Ciencia, se refería á un detalle ecuatorial del planeta. A ser cierto éste valor, que indudablemente lo es, tratándose de un astrónomo de tanta autoridad como el descubridor de los satélites de Marte, resulta que existe una diferencia de rotación de unos 20 m. entre los detalles ecuatoriales y los tropicales de Saturno.

Observamos una cosa análoga en Júpiter. Es cosa sabida qne los detalles ecuatoriales de ese planeta dan la vuelta alrededor del eje del nismo en unos 5

minutos menos de tiempo que los demás detalles tropicales, templados y polares. Nada más natural, pues, que relacionar lo que acabamos de descubrir en Saturno con lo que sucede en Júpiter, con la única salvedad de que la diferencia máxima de los períodos de rotación en Saturno, es por lo menos de 24^m y en Júpiter de unos 5^m.

Estas considerables diferencias ofrecen, no obstante, una dificultad grande si se plantea el caso como un problema de física planetaria. La diferencia de 5^m observada en Júpiter era ya de dificilísima explicación, pues aquellos solos 5^m nos dicen que en la zona ecuatorial de Júpiter existe perennemente una corriente atmosférica dotada de una velocidad relativa de 400 km. por hora, es decir, superior á la de nuestros más violentísimos huracanes. ¿De dónde procede tanta energía y por qué se ejerce según el plano ecuatorial? No voy á extenderme sobre esta cuestión, que fué objeto de un trabajo que comuniqué no ha mucho á la «Britrish Astronomical Association» y que se publicó en su Boletin. Solo recordaré que tomaba como orígen de energía varios satélites invisibles que suponía existir muy próximos á la superficie del planeta.

Pues bien, en Saturno, atendiendo á sus dimensiones y á la diferencia de duración de rotación, resulta que la velocidad relativa de las manchas ecuatorial de Hall y tropical de Barnard, tiene que ser de 1300 km. por hora, velocidad superior á la del sonido en el aire atmosférico. Imposible es dar idea de la fuerza motriz que representa el movimiento de una capa atmosférica inmensa que se mueve en el seno de un gas en reposo con la velocidad de 1300 km. por hora. Por lo tanto, debemos preguntarnos con más razón todavía que en Júpiter, ¿de dónde dimana esta fuerza colosal que produce tales movimientos en la atmósfera ó fluido envolvente de Saturno? ¿Debemos continuar aplicando la misma hipótesis de Júpiter?

Recuérdese que Saturno está rodeado de anillos, uno de los cuales, el más interior ó sea el transparente, se halla á tan pequeña distancia del centro de gravedad del sistema que, conforme á la tercera ley de Kepler, el tiempo de revolución de sus partículas constitutivas debe ser menor que la duración de la rotación de las manchas ecuatoriales del planeta, hecho que ha confirmado Kepler por medio de las observaciones espectroscópicos, determinando por la desviación de las rayas espectrales la velocidad de diferentes puntos de los anillos en la dirección del rayo visual. En estas condiciones y en atención á la falta de homogeneidad bien comprobada del anillo transparente, pudiera aplicarse exactamente á Saturno, mi teoría de las mareas atmosféricas de Júpiter, con la sola diferencia de suponer más energía atractiva en el anillo transparente que en los contados satélites invisibles de Júpiter, los cuales, en cierto modo, también podríamos considerar que forman un anillo, pero más enrarecido que el transparente de Saturno, por cuya razón éste es perceptible y no el que pudiera tener el planeta Júpiter. Otra concausa de la mayor velocidad de la zona ecuatorial de Saturno, podría consistir perfectamente en la menor densidad de los gases atmosféricos de dicho planeta, por efecto de la menor intensidad de su gravedad, lo que daría por resultado una menor

resistencia en el movimiento de traslación de las moléculas gaseosas en el seno de otro medio gaseoso. Para todos los detalles concernientes á mi citada hipótesis de las mareas atmosféricas, remito al lector al núm. 2, vol X del «Journal of the British Astronomical Association». Caso de ser ciertas estas consideraciones, la verdadera rotación de Saturno estaría más próxima del período de la mancha de Barnard que del de la mancha de Asaph Hall, lo cual modifica grandemente el concepto que hasta ahora teníamos del valor de uno de los principales elementos astronómicos de nuestro sistema solar, y nos plantea un problema importante, cuya resolución, en esta Nota, no hago más que iniciar.

Barcelona, 30 noviembre 1903.

EL PLANETA JÚPITER EN 1903

Siguiendo mi costumbre de años anteriores, tengo hoy el honor de exponer á esta Academia los resultados de mis observaciones sistemáticas de Júpiter efectuadas durante el transcurso de 1903. El instrumento empleado ha sido mi ecuatorial de 6 pulgadas, provisto indistintamente de oculares positivos y negativos.

Las imágenes telescópicas no han sido, por lo general, muy buenas, influyendo en ello, sobre todo, la inestabilidad barométrica extraordinaria que ha caracterizado el invierno que se termina. No obstante, en diferentes ocasiones he podido hacer uso de grandes aumentos que me han permitido distinguir ó vislumbrar pequeñísimos detalles de la atmósfera joviana, atmósfera que, como es sabido, envuelve por completo la superficie propiamente dicha del planeta.

El aspecto general del mismo no ha presentado cambios radicales respecto del que ofreció en 1902. Las dos grandes bandas ecuatoriales han sido bastante intensas.

Las bandas templadas $+\beta$ y $-\beta$ y las de latitud más elevada han sido azuladas y rojizas. La banda $-\alpha$, doble, como de costumbre, y con la depresión característica de la Mancha roja. Doble también he visto casi siempre la banda $+\alpha$. Estas dos bandas ecuatoriales han sido siempre rojizas. La zona ecuatorial ha sido, en general, la región más clara del planeta, y ha presentado poquísimos detalles ó manchas del sistema I, por manera que el cálculo de la rotación de la corriente ecuatorial no me ha sido posible obtenerla ni siquiera con pequeña aproximación. No así los detalles del sistema II, que han sido numerosos y de fácil identificación. Entre estos últimos merece mencionarse, aparte de la Mancha roja, una manchita negra boreal, situada hacia los 45° de longitud (tomando siempre como punto de partida de la longitud del sistema II el meridiano inicial adoptado

por Mr. Crommelin en sus efemérides publicadas en el Boletín de la Real Sociedad Astronómica de Inglaterra), y, sobre todo, la región gris de la zona —A, formada de corrientes obscuras que reunen un rosario de manchas situadas en el borde austral de — α con la banda — β, región gris que ha permanecido bajo el mismo aspecto que en 1902, y que fué descrito oportunamente en una comunicación qué presenté á esta Academia.

Sólo recordaré, en líneas generales, que esa zona gris pasó, según pude observar, por debajo de la Mancha roja hácia el mes de junio de 1902, es decir, que pasó entre el planeta y la mancha, observación que fué muy discutida en pro y en contra en algunas revistas extranjeras. La mentada region gris estaba dotada de un movimiento de rotación sensiblemente más corto que el de la Mancha roja, de modo que penetró debajo de la misma por su punta oriental, salió toda ella por la occidental, y luego, alejándose, se separó por completo de la gran Mancha, siguiendo siempre en su movimiento la zona — A, de un modo parecido al movimiento de un líquido que circulara uniformemente por un cauce rectilíneo.

Durante la pasada oposición, dicha región gris ha estado muy separada de la Mancha roja; pasó en julio de 1903 por la posición diametralmente opuesta, y últimamente vuelve á acercarse á la Mancha roja, después de haber dado la vuelta á Júpiter. No tengo que insistir en poner de relieve la importancia que revestirá la nueva observación de la conjunción de dicha zona gris con la Mancha roja. Desgraciadamente, las condiciones de observación serán muy malas, pues, admitiendo, como podemos admitir, que el movimiento de la zona gris es uniforme, resulta, atendida su velocidad propia, que dicha conjunción no ocurrirá hasta mediados del próximo abril, es decir, en una época en que el planeta Júpiter apenas habrá pasado de su conjunción con el Sol. Sin embargo, la observación es suficientemente importante para que se hagan todos los esfuerzos posibles á fin de observar algo y poder dilucidar las dudas que se pudieran sustentar sobre los resultados que obtuve en 1902.

He aquí las rotaciones que he obtenido para las manchas del sistema II. En todos estos cálculos he seguido el método indicado en otras comunicaciones. Sólo recordaré que en mi método de cálculo figuran todas las observaciones efectuadas, excepto algunas muy dudosas ó poco exactas.

CASQUETE AUSTRAL

Manchita obscura

29 agosto. . . . . 39°.3

BANDA — β

Manchita obscura

25 julio. 244.6

6 septiembre. . . . . 219.6 ±

23 septiembre. 207.6

Rotación = 9 h 55 m 15 s 6.

BANDA — α

Principio de la depresión

31 agosto. 16.9

Medio de la depresión

14 julio	30.8
29 agosto	32.7
10 septiembre	27.1
4 noviembre	34.5

Rotación = $9^h\ 55^m\ 40.^s0$.

Medio de la Mancha roja

29 agosto	35.7
10 septiembre	30.1
7 octubre	35.1
14 octubre	34.5
26 octubre	33.3
4 noviembre	37.5

Rotación = $9^h\ 55^m\ 42.^s1$.

Punta oriental de la Mancha roja

14 julio	44.1
29 agosto	51.0
10 septiembre	43.5
25 septiembre	47.1
7 octubre	47.1
19 octubre	47.7
26 octubre	46.6
2 noviembre	52.6 ±
4 noviembre	44.7

Rotación = $9^h\ 55^m\ 40.^s7$.

ZONA GRIS DE — A

Principio

1 septiembre	158.9
6 septiembre	162.1
18 septiembre	150.0
14 octubre	143.3 ±
19 octubre	138.6
14 diciembre	110.7

Rotación = $9^h\ 55^m\ 21.^s4$.

Medio

20 julio	206.6

Fin

30 agosto	213.2
6 septiembre	208.1
16 septiembre	204.4
23 septiembre	199.2
5 octubre	194.1
19 octubre	188.8
21 diciembre	159.7

Rotación = $9^h\ 55^m\ 21.^s3$.

Mancha blanca final

25 julio	232.5 ±
23 septiembre	204.0

Rotación = $9^h\ 55^m\ 21.^s0$.

BANDA + α

Mancha clara

14 julio	55.0
26 octubre	36.3

Rotación = $9^h\ 55^m\ 33.^s2$.

Mancha obscura granate

2 julio	63.5
14 julio	61.0
29 agosto	52.8
5 septiembre	58.0 (?)
10 septiembre	45.9
25 septiembre	42.3
7 octubre	41.1
14 octubre	37.5
19 octubre	29.6 (?)
26 octubre	36.3
4 noviembre	31.5

Rotación = $9^h\ 55^m\ 29.^s9$.

Mancha obscura

3 septiembre	85.8
2 octubre	84.7

Rotación = $9^h\ 55^m\ 39.^s0$. Poco peso.

Mancha obscura

30 junio. . . . . 128 . 7
1 septiembre. . . . . 123 . 8 ±
14 octubre. . . . . 114 . 3

Rotacion = 9^h 55^m 34^s 6.

BANDA + β

Mancha obscura, generalmente múltiple

14 julio. . . . . 33 . 8
10 septiembre. . . . . 22 . 3 (?)
14 octubre. . . . . 30 . 3
26 octubre. . . . . 32 . 7

Rotación = 9^h 55^m 40^s 1.

Mancha obscura

16 septiembre. . . . . 202 . 6
18 septiembre . . . . . 197 . 2

Rotación = 9^h 52^m 40^s Muy poco peso.

Mancha obscura

4 noviembre. . . . . 249 . 3

Mancha obscura

4 noviembre. . . . . 274 . 7

CASQUETE BOREAL

Mancha penumbral

4 noviembre. . . . . 282 . 5

La posición media de la punta oriental de la Mancha roja en 1902 fué la siguiente:

7 agosto 1902 — 56°. 9 ,

posición que comparada con la media de 1903, que resulta ser:

24 septiembre 1903 — 46°. 5

da como rotación media durante un periodo que comprende 999 rotaciones de Júpiter el valor siguiente:

9^h 55^m 39^s. 6 ,

rotación que es de pocas décimas de segundo más corta que la que obtuve para el periodo de 1901-1902. Como se ve, la rotación de la Mancha ha aumentado ligeramente, pero casi podemos prever en atención á lo que ocurrió en 1902, cuando se aproximó á ella la consabida región gris de —A; que pronto volverá á acelerarse la velocidad de la Mancha roja bajo el probable impulso de la corriente de — A, que se mueve en sentido directo respecto de la Mancha roja con la velocidad de 19 segundos por rotación sideral de Júpiter, lo que da unos 175 km. durante el mismo tiempo, ó bien unos 18 km. por hora. Esta velocidad, aun cuando moderada, si se la considera simplemente como el movimiento de una corriente atmosférica, es de las más rápidas que conocemos dentro del sistema II. En efecto,

como puede verse en la lista anterior de rotaciones, las manchas negras de + α tienen una velocidad propia en el sentido directo mucho menor. Su velocidad puede evaluarse en 4 ó 5 km. solamente por hora. La rotación más lenta del planeta es indudablemente la de la Mancha roja. Todos los demás detalles del sistema II, ó mejor dicho, todas las demás corrientes que pertenecen á dicho sistema tienen cierta velocidad en sentido directo con relación á aquélla, que, como ya es sabido, tampoco se mueve uniformemente. Es indudable, á mi entender, que las corrientes del sistema II no son más que el resultado del frotamento producido por la rapidísima corriente ecuatorial, que se mueve á razón de unos 400 km. por hora, movimiento inexplicable en mi opinión, si no se acude á las hipótesis de las mareas atmosféricas producidas por satélites invisibles, hipótesis que expuse años atrás en una revista inglesa, y que ya cité en una Nota presentada á esta Academia con motivo de la nueva rotación descubierta en el planeta Saturno. De todos modos, de este estudio asiduo y minucioso del gigantesco planeta se infiere que las condiciones ó leyes que regulan sus fenómenos meteorológicos son absolutamente distintos de los de la Tierra, y me atreveré á decir que las materias que integran su atmósfera deben ser, por lo menos en parte, desconocidas para nosotros, así como muchas de sus leyes físicas. Creo que muchos fenómenos de física celeste son completamente inexplicables en la actualidad por faltarnos precisamente conocimientos físicos que con el tiempo podremos adquirir sin duda en nuestro propio planeta. El descubrimiento del radio y otros cuerpos semejantes debe ser para nosotros, desde este punto de vista, una revelación. Ha bastado, en efecto, que se descubrieran las propiedades radiantes de tales cuerpos, para que el problema de la conservación de la energía solar se presente mucho más abordable, y que ya no nos parezca en contradicción con los principios más sólidos sobre que descansan las Ciencias naturales.

Para terminar, haré una observación de carácter práctico y personal que contradice lo dicho por bastantes astrónomos. Me refiero al uso del micrómetro filar para la determinación del instante del paso de un detalle planetario por el meridiano central del disco. Muchos astrónomos han ensalzado el uso del micrómetro para esa clase de observación. Yo siempre lo he encontrado desventajoso con relación á la determinación hecha por estima, por lo menos tratándose de un ecuatorial de 6 pulgadas. La dificultad de ver limpiamente el hilo central y la mancha objeto de observación y mantener al propio tiempo tangentes uno ó dos hilos al borde del planeta introduce errores sistemáticos de tal magnitud que me he visto obligado á desechar el procedimiento micrométrico y á hacer uso exclusivo de la estima. Con un poco de práctica es tan exacta la apreciación del instante del paso de una mancha por el medio del paralelo correspondiente que, si se tiene la precaución de poner los ojos siempre en la misma dirección de las bandas, se llega á obtener una exactitud extraordinaria. Véase como ejemplo de dicha exactitud mis observaciones anotadas más arriba que se refieren á un detalle bien perceptible, como es la punta oriental de la Man-

cha roja. El error probable no pasa de dos minutos de tiempo. Es todo lo que puede esperarse de una apreciación hecha por simple estima, apreciación que, repito, es mucho más exacta que efectuada con el micrómetro, y que, por otra parte, es perfectamente suficiente en los estudios de física planetaria.

Barcelona, 27 de febrero 1904.

TRABAJOS PRELIMINARES

EFECTUADOS CON EL ECUATORIAL DEL OBSERVATORIO-FABRA

La instalación correcta y definitiva de un ecuatorial de la categoría del que figura en el Observatorio-Fabra representa un trabajo considerable, máxime habiéndose efectuado el montaje en condiciones nada apropiadas, por efecto de la premura de tiempo que exigió la inauguración régia del Observatorio. Ello fué causa de que todas las articulaciones del instrumento (coginetes, cardanes, etc.,) se llenaran de polvo de cal, de cemento y de yeso, lo cual me ha obligado, después de la inauguración, á desmontar dichas articulaciones, limpiarlas y engrasarlas, y á hacer un lavado, por medio de un exceso de aceite, de los ejes, pivotes, etc., del aparato de relojería. En la actualidad, todos los movimientos del instrumento son de extremada dulzura. Para dar idea de ésta y al propio tiempo de lo muchísimo que mejoró el movimiento del eje horario con el lavado indicado y con la nivelación del pié que efectué simultáneamente con aquél, haré notar que en un principio el peso motor del aparato de relojería era de unos 80 kilos, mientras hoy es inferior á 40.

La orientación del instrumento la he obtenido siguiendo un sencillo é ingenioso procedimiento, que no requiere conocer con exactitud la hora local. El procedimiento es el indicado por Lœwy y Puiseux y más tarde por Scheiner y adoptado en la instalación de la mayoría de los ecuatoriales destinados á la confección de la Carta fotográfica del Cielo. Bigourdan, en su obra «Instructions équatoriales,» da la resolución analítica del problema. Yo aquí expondré la demostración gráfica que se me ha ocurrido del mismo.

La orientación de un ecuatorial es una operación doble, pues comprende el reglaje en azimut y el reglaje en altura polar. Para el reglaje en azimut, suponiendo ya aproximada la posición del ecuatorial, observaremos una estrella cuyo ángulo horario sea muy pequeño. Para evitar correcciones de refracción, se puede observar una estrella cenital. Sean (fig. 1.ª) H H' el horizonte, NS la traza en la esfera celeste del plano meridiano, mirando al Sur; E, una estrella cuyo paralelo diurno será el arco de trazo seguido. Al propio tiempo, sea N' S' la traza en la esfera celeste del plano meridiano instrumental. La distancia de NS á

N′S′ es una distancia angular que representa el ángulo que forma el plano meridiano del instrumento con el plano meridiano astronómico. Observemos la estrella E que se halla muy cerca del meridiano y coloquémosla en una intersección de los hilos del retículo, cuidando que uno de ellos sea próximamente paralelo al movimiento diurno. Por efecto de dicho movimiento, la estrella seguirá el para-

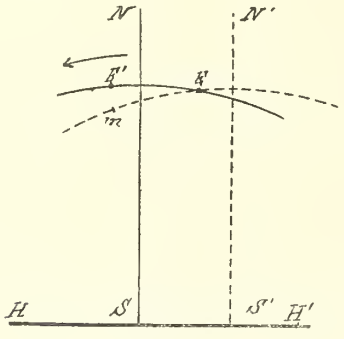


Fig. 1.ª

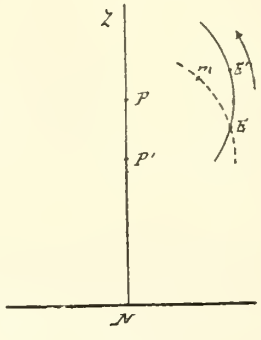


Fig. 2.ª

lelo celeste trazado en la figura con línea contínua, pero el instrumento, por su parte, seguirá otro paralelo, tal como el indicado en la figura por trazos. Es claro que cuando la estrella haya tomado, por ejemplo, la posición E_1 y la intersección reticular esté en *m* se le producirá al observador el efecto de que la estrella se aparta del centro del campo del instrumento *acercándose al polo boreal*. Si el anteojo invierte las imágenes, como ocurre en todos los ecuatoriales, parecerá que la estrella se aleja del polo. En este caso, pues, se tendrá que mover el pié del ecuatorial en el sentido de este á oeste, por la parte del polo levantado, hasta llegar á una posición en que durante cierto tiempo (20 ó 25 minutos son suficientes) la estrella pueda mantenerse en el mismo punto que ocupaba en el campo del anteojo sin mover el anteojo en declinación. Si el movimiento de la estrella fuese en sentido contrario del indicado, el movimiento de rectificación tambien tendría que serlo.

El reglaje en altura polar es parecido al anterior. Sean H H′ el horizonte; Z N, la traza del meridiano en la esfera celeste mirando hacia el norte; P, el polo verdadero, P′ el polo instrumental. El paralelo descrito por una estrella E circumpolar es el arco de círculo de trazo seguido de la 2.ª figura; el descrito por el instrumento es el arco de trazos. Tomemos la estrella en una posición tal como E, cuyo ángulo horario es próximo á $\pm 6^h$, y coloquémosla en una intersección de los hilos reticulares. Al cabo de un cierto tiempo, la estrella habrá pasado á la posición E_1, mientras que el centro reticular estará en *m* (será bueno corregir el efecto de refracción en este caso.) Nos producirá, pues, el efecto de que la estrella se aparta del polo; si el anteojo invierte, de que se acerca á él. En

tal caso, tendremos que levantar el eje horario por su parte norte. Procederíamos en sentido contrario, si la estrella se moviese tambien en sentido contrario. Siguiendo tan sencillo sistema se alcanza una exactitud extraordinaria.

Por lo que se refiere á la estabilidad del instrumento, debo manifestar que no deja nada que desear. Su firme pié de fábrica con enorme basamento de mampostería y completamente aislado no sufre la menor vibración ni por el viento, ni por el paso del funicular, todo lo cual era de prever y fué previsto en tiempo oportuno. Las imágenes en el ecuatorial se caracterizan por una notable fijeza, que seguramente en pocos observatorios se iguala, ya que resulta ser absoluta, aparte, por supuesto, de los inevitables movimientos que originan las ondulaciones atmosféricas.

En cuanto á las condiciones ópticas del objetivo visual, nada mejor para hacerse cargo de las mismas que ensayarlas determinando el poder definidor por medio del desdoblamiento de estrellas apropiadas. El constructor del ecuatorial, M. Mailhat, se comprometió á construir el objetivo visual que desdoblara hasta 0″. 35 para estrellas de 6.ª magnitud, que es la potencia definidora que corresponde á un objetivo de 38^{cm}, según las escalas más usuales ó fórmulas empíricas establecidas. Los resultados no han podido ser más satisfactorios; y más que satisfactorios deben calificarse de notabilísimos. Hé aquí algunas estrellas dobles observadas:

	Mag.	Distancia	
χ Aquilae = 0Σ 380	6.0 — 7.0	0.″50	facilísima
ζ Bootis = Σ 1865	3.5 — 3.9	0.″40	fácil
δ Equulei = Σ 2777.	4.5 — 5.0	0.″30	discos tangentes
γ ²Andromedae	5.5 — 6.8	0 ″46	fácil
η Ophiuchi.	3.4 — 3.9	0.″48	fácil
Σ 2315	7.0 — 8.0	0.″29	observación delicada
Σ 2912 = 37 Pegasi.	5.8 — 7.2	0.″36	fácil
Houg 296	5.5 — 6.0	0.″25	desdoblamiento limpio. Observacion delicada
β 1129	6.3 — 6.3	0 ″29	discos tangentes
A. G. C. 11 = ζ Sagitae = Σ 2585.	6.0 — 6 0	0.″18	Evidentemente alargada hacia los 150°.
Σ 2367	7.2 — 7.6	0.″22	por momentos casi se desdobla. Observacion muy dificil.
Houg 98.	8.0 — 8.0	0.″23	observacion delicadísima; por momentos se desdobla; imagen ideal.

La mayoría de estas estrellas las ha desdoblado también mi esposa, sin

decirla la posición que tenían que ocupar las componentes. Todos esos grupos estelares constituyen importantes sistemas binarios, generalmente de período corto y son escogidas entre las más difíciles que se han observado con los grandes ecuatoriales de Lick, Washington, Greenwich, etc. Añadiré que δ Equulei, (que como queda dicho presentaba los discos tangentes) en 1902.78, siendo entonces la distancia de las componentes de 0″ 22, fué vista solamente alargada con el gran ecuatorial de 28 pulgadas inglesas del Observatorio de Greenwich. Además, pude ver claramente alargada, casi con los discos tangentes, la doble β del Delfin, cuya distancia actual es de 0″ 25 y las magnitudes 4.ª y 6.ª Los discos estelares no pierden nada en limpieza con los grandes aumentos. Siempre he empleado el mayor, que amplifica hasta 750 diámetros.

Deduzco de estas observaciones que puede fijarse el desdoblamiento limpio de dicho ecuatorial en 0″ 30 para estrellas de 6.ª magnitud y 0″25 para las de 8.ª El alargamiento sensible puede alcanzar hasta 0″ 16 para estrellas de 6.ª

Las observaciones planetarias en la época actual son poco interesantes, pues son escasos los planetas visibles y ninguno se halla en buenas condiciones de observación. No obstante, he podido efectuar algunas observaciones de ensayo que ofrecen interés.

He observado Urano, que ofrece, visto con el ecuatorial, un disco brillante y admirablemente definido, siendo visibles sus cuatro satélites. He observado tam bién Saturno con grandes aumentos, apareciendo, á pesar de su débil altura, perfectamente limpio, destacándose la división casiniana en todo el circuito del anillo, así como el anillo transparente y otra porción de detalles delicados. Más adelante, tendré el honor de comunicar á esta Academia el resultado de mis observaciones de Saturno, las cuales prometen ser interesantes.

El 27 de junio pude observar Júpiter, que, con un aumento de 350 veces, presentaba en su disco multitud de detalles. Precisamente en aquella hora era visible la Mancha roja, bastante intensa, y la Mancha gris de la zona—A que había ya traspasado, sin duda por debajo, la Mancha roja, conforme observé tiempo atrás y comuniqué oportunamente á esta Academia. La observación del 27 de junio es á mi juicio plenamente confirmatoria de lo que sostuve en aquella época. Más adelante también, cuando haya multiplicado las observaciones de Júpiter, daré cuenta, con todos los dibujos y detalles necesarios, de lo observado en dicho planeta.

En cuanto al objetivo fotográfico, su calidad resulta ser asimismo superior. Claro lo pregonan los discos excesivamente diminutos que he obtenido de algún campo estrellado sobre la placa fotográfica. Por falta de tiempo, no me ha sido posible obtener más que muy pocos clisés de ensayo, pero éstos son suficientemente demostrativos. Por lo demás, debo advertir que he logrado determinar el plano focal de dicho objetivo después de repetidos ensayos fotográficos, observando los diferentes grados de limpieza de las trazas de las estrellas sobre la placa.

Respecto del micrómetro, lo he colocado de tal modo que los hilos de araña y de platino pueden considerarse sensiblemente en el plano focal. Además, el micrómetro está colocado de modo que el cero de su círculo de posición corresponde con muy poca diferencia al cero astronómico de posición.

En fin, he hecho una determinación provisional del valor de los pasos de rosca de los tornillos micrométricos que me han dado los siguientes resultados: valor angular del paso de rosca del tornillo que lleva el hilo de platino=31″,389; id. del otro tornillo=31″,964.

30 junio 1904.

NOTA SOBRE EL PLANETA SATURNO

En una nota que tuve el honor de presentar á esta Academia en la última sesión del curso pasado, dí cuenta de los resultados obtenidos con el ecuatorial astro-fotográfico del Observatorio Fabra en el desdoblamiento de estrellas difíciles, al objeto de determinar el poder separador ó definidor de dicho instrumento, resultados que fueron altamente satisfactorios, conforme hice notar.

Hoy, completaré aquellos ensayos, dando cuenta de la perceptibilidad de detalles planetarios y refiriéndome, de momento, al planeta Saturno; al propio tiempo, me fijaré en las consecuencias astronómicas que se deducen de mis observaciones referentes á dicho planeta.

A guisa de preámbulo, haré notar que es opinión muy corriente entre los astrónomos la de que los grandes instrumentos ópticos son muy útiles para las observaciones estelares y de precisión, pero que ofrecen muy pocas ventajas cuando se aplican á la observación física de los planetas. Este criterio se ha fundamentado casi siempre en los resultados bien poco satisfactorios en verdad que por lo general han dado los más grandes instrumentos ópticos aplicados á esta clase de trabajos.

A mi entender, esta creencia tan extendida obedece á dos causas: primera, á una exageración manifiesta en los dibujos de los astrónomos y aficionados provistos de débiles instrumentos, quienes, en su mayor parte, para hacer resaltar sus trabajos, no vacilan en vulnerar la verdad científica; y segunda, á la defectuosidad óptica de muchos de los grandes objetivos.

Como comprobación de la primera, podría presentar trabajos verdaderamente risibles de observadores nacionales y extranjeros, especialmente por lo que se refiere á los famosos canales de Marte, cuya decadencia es manifiesta en el concepto y en el aspecto que los admitían algunos, decadencia que me cabe el honor de haber sido uno de los primeros de haberla iniciado en el extranjero. Podría

citar también ciertas observaciones de Venus, efectuadas con instrumentos pequeños y malos y en pésimas condiciones atmosféricas, que nos pintan dicho planeta lleno de detalles de todas clases, detalles que no se perciben con los mejores instrumentos del mundo. Considero que es un deber de todo científico de buena cepa saber separar la hojarasca, que tanto entorpece el camino de la verdadera Ciencia y que nos desvía de la verdad.

Pero, aparte de la influencia de ciertos observadores, que tanto mal hacen á la Ciencia, ha influído en parte en el descrédito de los grandes instrumentos los defectos de los objetivos y la mala instalación de aquéllos. No me detendré en señalar los muchísimos casos que tengo en mi poder y que aseveran mi afirmación. Como ejemplo típico, citaré el ecuatorial de 66 centímetros del Observatorio de Washington. Con dicho instrumento se descubrieron los dos satélites de Marte, cuya observación es realmente difícil. En cambio, las observaciones referentes á la topografía del mismo planeta han sido extraordinariamente pobres, muy inferiores á las obtenidas con instrumentos de dimensiones mucho más pequeñas. Indudablemente se deben estos resultados á deficiencias ópticas y de instalación, y lo comprueban los grandes trabajos que se han hecho modernamente en dicho Observatorio para evitar dentro de la cúpula del gran ecuatorial las corrientes de aire, las vibraciones, etc.

Mi opinión sobre este particular ha sido siempre que son preferibles, á igualdad de circunstancias, los grandes instrumentos. Yo había observado y trabajado, antes de erigirse el Observatorio Fabra, con ecuatoriales de 16 y 22 centímetros de abertura, y estos instrumentos comenzaron á corroborar mis impresiones. El nuevo ecuatorial de 38 centímetros del Observatorio Fabra ha sido una buena confirmación de las mismas.

Como comprobación de las grandes ventajas científicas de un instrumento de mucha potencia y excelentes condiciones ópticas, presento hoy mis observaciones de Saturno, efectuadas con el ecuatorial del Observatorio, durante la última oposición del planeta. Más adelante, tendré la satisfacción de presentar las de Júpiter, todavía mucho más completas y más interesantes, aparte del desdoblamiento de estrellas, como Sirio, y otras observaciones especiales que tengo en cartera.

Saturno se ha presentado durante esta última oposición en malas condiciones de observación, por la altura mínima que ha alcanzado sobre nuestro horizonte. Sin embargo, he podido aprovechar excelentes noches y observar el planeta con fuertes aumentos, conservando casi siempre la imágen una nitidez de líneas y detalles que es casi imposible reproducir. En el dibujo adjunto he procurado dar una idea del aspecto que ha ofrecido el sorprendente planeta en estos últimos meses.

La sombra del planeta sobre los anillos ha ofrecido el perfil teórico, sin anomalías de ninguna clase, como si las superficies de los anillos estuvieran todos sensiblemente en un mismo plano. La sombra de los anillos sobre el planeta, como de costumbre, ha sido perfectamente vista al través del anillo C, transparente. La luminosidad general del planeta respecto á la luminosidad general de

los anillos ha seguido confirmando mis observaciones hechas años atrás referente á la ley de azimutes que afecta las insidencias luminosa y visual.

El anillo A ha aparecido perfectamente dividido en dos zonas concéntricas por la división de Encke, admirablemente visible. La zona exterior es sombría; la interior es más clara y presenta un reborde blanco que limita interiormente la fina división de Encke.

La división de Cassini ha sido perfectamente limitada por ambos bordes y perfectamente negra, circuyendo (lo cual constituye una observación difícil hacia los extremos del eje menor) por completo el anillo.

El anillo medio B, como de costumbre también, presenta un reborde exterior brillante, que limita la división de Cassini, algo parecido á lo que pasa con la división de Encke. La zona interior se sombrea nuevamente y presenta algunas veces vertigios de zonas de obscuridad creciente bien limitados. Es indudable que en este sentido ocurren cambios rápidos en el anillo B.

El anillo C ha sido de una visibilidad extraordinaria, gracias sin duda á las excelentes condiciones con que me ha sido dable trabajar. Nada de irregularidades ni de divisiones en este anillo.

El planeta ha ofrecido el aspecto característico de estos últimos años. Es decir, una gran banda ecuatorial doble, cuya componente boreal es la más obscura, la más estrecha y al propio tiempo formada de masas cumuliformes, lo cual confirma mis observaciones efectuadas anteriormente con mi 6 pulgadas. La zona clara ecuatorial ha aparecido dividida por una banda débil y sumamente estrecha.

Al N. de la gran banda ecuatorial se encuentra la zona blanca, famosa por la mancha de Barnard, que me permitió calcular la nueva rotación de Saturno, de lo cual me ocupé en el seno de esta Academia en tiempo oportuno. Durante esta última oposición, no me ha sido posible distinguir rastro de manchas brillantes en dicha zona.

El casquete N. ha sido constantemente muy obscuro; el casquete S. más claro.

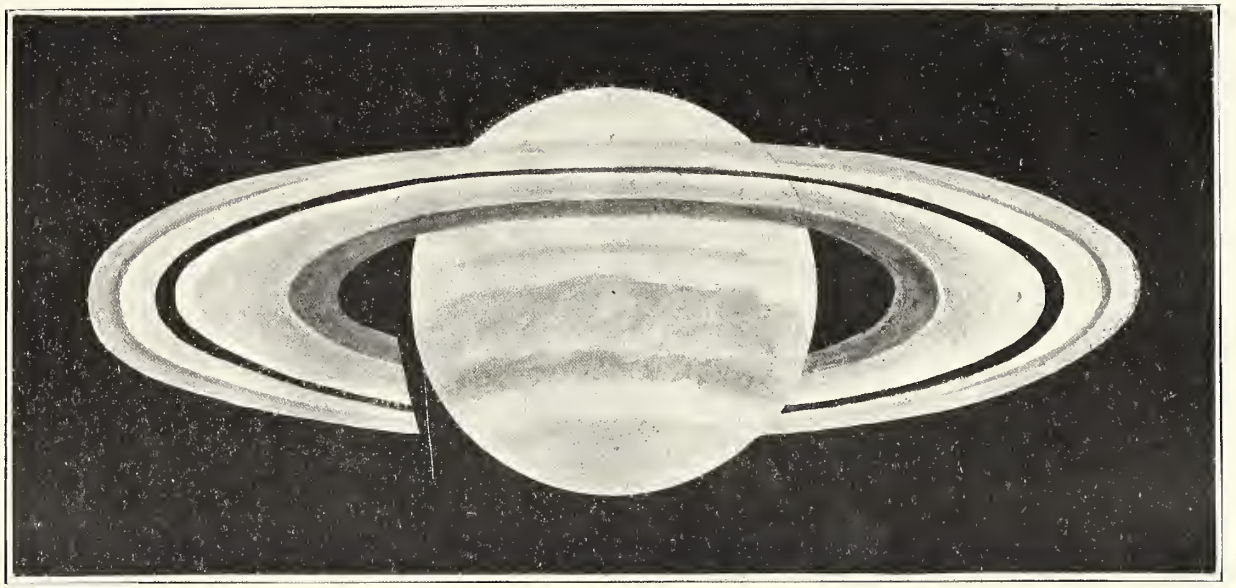
Los satélites los he podido percibir todos, y algunas personas profanas en la materia y sin conocimiento de lo que podían ver, han distinguido hasta siete satélites á la vez.

24 noviembre 1904

PRESENTED
10 MAR. 1905

51

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



J. Comas Solá.

Saturno, el 12 junio de 1904.—Observatorio Fabra.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 4

NECROLOGÍA

DE

D. FEDERICO TREMOLS Y BORRELL

Individuo de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JOSÉ CASARES GIL

Publicada en febrero de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 4

NECROLOGÍA

DE

D. FEDERICO TREMOLS Y BORRELL

Individuo de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JOSÉ CASARES GIL

Publicada en febrero de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

NECROLOGÍA DE D. FEDERICO TREMOLS Y BORRELL

Individuo de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona

Leída por el académico numerario

DON JOSÉ CASARES GIL

en sesión pública extraordinaria celebrada por dicha Academia

---

Cumplo hoy con un deber reglamentario que pesa sobre mi conciencia desde hace varios años. Encargado por la Academia de honrar la memoria de nuestro compañero D. Federico Tremols con una reseña necrológica, acepté con gusto el encargo, sintiendo especial satisfacción en tener que recordar los méritos de un antiguo jefe y amigo con el que me unió siempre inalterable amistad. Los viajes que durante esta época de mi vida he verificado al extranjero, viajes cuya preparación absorbió mi tiempo por completo, me impidieron en absoluto consagrarme á otras tareas, y son la causa del retraso con que hoy se lee esta necrología.

El escribirla no era facil. La actividad de D. Federico se irradiaba en sentidos muy diferentes y exigía un estudio atento el aquilatar la importancia de una vida consagrada á la ciencia. Por otra parte, muchos de sus trabajos han versado sobre una rama que no cultivo, faltándome, por lo tanto, los conocimientos suficientes para formar un juicio exacto.

Convencido, pues, de no poder dar á esta necrología la importancia que quisiera, y convencido también que es preferible hacer poco y mediano á esperar indefinidamente una cosa mejor, presento hoy á la Academia un estudio que podría llamar á grandes rasgos, de los méritos de nuestro buen compañero, contando, para no molestaros, con el afecto que le habeis profesado y con el interés que siempre despierta el recuerdo de los amigos que ya han sido, pues como dice un proverbio italiano «*Narrare la vita del l' amico è ricordare la propria vita.*»

1

Nació D. Federico Tremols en Cadaqués, provincia de Gerona, el 10 de marzo de 1831. Su abuelo y su padre eran farmacéuticos y el hijo se consagró á la misma profesión, estudiando la carrera en Barcelona.

Modesta y obscura la carrera de farmacia, ha contribuído, sin embargo, en grado poderoso, al desarrollo de la cultura en nuestra patria. Teniendo como base el estudio de las ciencias naturales, muchos hombres célebres han adquirido al seguirla los conocimientos de las ciencias en que brillaron. Tremols debió sentir en esta época sus primeras aficiones por las ciencias naturales y deseoso de

completar sus estudios pasó á Madrid á seguir el doctorado. Aprobadas las asignaturas y hecho doctor, volvió á Barcelona; y decidido á consagrarse á la enseñanza, obtuvo en 1855 el nombramiento de sustituto anual para el primero y segundo año de la Facultad de Barcelona.

El periodo que media entre la terminación de la carrera y el momento en que se obtiene una posición definitiva es de los más penosos para la mayoría de los jóvenes que se consagran á la enseñanza, y que ven con incertidumbre la época de alcanzar una cátedra. Los méritos no son sólo suficientes: hay algo de suerte. Tremols tuvo la fortuna de no esperar mucho tiempo.

En 1857, aprovechando la primera oportunidad que se le presentaba, hizo oposición á una cátedra cuyo título era tan extenso como debía serlo la preparación necesaria; la cátedra se titulaba «*Conocimientos teóricos y prácticos de las primeras materias y productos industriales y comerciales, con nociones de Física y Química*» y correspondía á la Escuela de Comercio de Madrid. Según consta en un certificado obtuvo el primer lugar en la terna; pero no debió ser nombrado, siendo víctima, sin duda, de una de tantas injusticias á que han dado lugar las ternas en las oposiciones.

Sus méritos, sin embargo, fueron reconocidos, y al año siguiente el Colegio de Farmacéuticos de Madrid le nombraba su corresponsal. Poco después y accediendo probablemente á las instancias de algunos amigos, se trasladó á la Corte, y en 1859 fué nombrado ayudante de la Facultad de Farmacia de Madrid. Dos años desempeñó este cargo, consagrándose al estudio de la química, hasta que por fin, en 1861, alcanzó por oposición una cátedra de la Facultad de Farmacia de Granada, siendo nombrado profesor de química inorgánica.

No debía permanecer Tremols mucho tiempo en Andalucía. Amante de su tierra como todo buen catalán, esperaba la primera coyuntura para trasladarse á Barcelona y la suerte continuó favoreciéndole. Al año siguiente, en 1862, Tremols conseguía el traslado á la cátedra de química inorgánica, vacante en la Universidad de Barcelona.

Sus sueños se veían realizados. Era profesor; podía consagrarse á la ciencia, y en su país, con el que le ligaban afecciones muy íntimas. Entonces comenzó la principal vida científica de Tremols.

El año de su llegada á Barcelona, esta Real Academia, noticiosa de sus méritos, le nombró miembro numerario, y en octubre del mismo año leyó el discurso de entrada que tenía por tema: «¿Es necesaria una clasifición de cuerpos simples? ¿Cuál es la mejor?»

La lectura de esta memoria sirve muy bien para conocer el estado del espíritu de Tremols en aquella época. A pesar de ser químico, sus aficiones á la botánica se nos revelan ya en el primer trabajo.

Toda su vida fué Tremols constante admirador del gran Linneo, del sabio que con su nomenclatura y clasificación hizo avanzar rápidamente la botánica. La importancia de la clasificación linneana le hacía desear que la química

encontrase algo análogo y sus primeros estudios se dirigieron en este sentido.

Es interesante observar, al leer la memoria de Tremols, la influencia del escolasticismo que durante tanto tiempo reinó en la ciencia. Como introducción al trabajo, discute primero muy ámpliamente lo que debe entenderse por clasificaciones naturales y artificiales; si hay una clasificación que pueda con toda verdad llamarse clasificación natural, y si las naturales son mejores que las artificiales. Rendido este tributo á la Filosofía, pasa después revista á los grupos de cuerpos simples, tales como el cloro, bromo, yodo; el azufre selenio y teluro; el potasio, el sodio y el lítio, entusiasmándose con la idea de Dumas de comparar estos grupos de cuerpos á las familias naturales de plantas.

Desde que Tremols leyó su memoria hasta nuestros días, mucho se ha trabajado para clasificar los cuerpos simples. Las clasificaciones de Lothar Meyer y Mendelejeff son las aceptadas hoy por la inmensa mayoría de los químicos. Es el valor del peso atómico la base de las modernas clasificaciones que demuestran los enlaces íntimos que existen entre estos números y las propiedades más variadas de los cuerpos. Decía Tremols en su memoria que una verdadera clasificación era un gérmen de progreso. La clasificación de Mendelejeff profetizando la existencia del galio y del germanio confirmó sus palabras.

Dos años después, en 1864, nuestro biografiado leyó en esta Academia una memoria que versaba sobre la purificación del ácido sulfúrico.

Los que hoy trabajamos en los laboratorios con todas las comodidades y ventajas de la época moderna, no podemos figurarnos con cuantas dificultades tenían que luchar nuestros predecesores. Berzelius, en sus primeros tiempos, se veía obligado á unir los tubos de vidrio de los aparatos con tapones de corcho: no era entonces conocido el caucho como producto industrial. Los reactivos tenían que ser preparados por el mismo químico. No había entonces fábricas como las de Merk ó Kahlbaum que nos suministran las substancias de obtención más penosa en condiciones admirables de pureza. En aquella época, el ácido sulfúrico se preparaba industrialmente, es verdad; pero el producto bruto cargado con compuestos de plomo, arsénico, ácido sulfuroso, ácido nítrico, vapores nitrosos no podía usarse como reactivo y necesitaba una purificación muy esmerada. Y el ácido sulfúrico es una substancia importantísima de infinitas aplicaciones y que el químico utiliza contínuamente. Basta recordar el célebre aparato de Marsh, de investigación del arsénico, para comprender la necesidad de obtener ácido sulfúrico puro.

En su trabajo discute Tremols los distintos medios propuestos para eliminar las impurezas, deteniéndose especialmente en la destilación que tantas molestias ha causado en los laboratorios. Los saltos bruscos que produce el ácido sulfúrico al hervir, han roto muchas retortas de vidrio, y Tremols conservaba el recuerdo de un día en que el ácido hirviendo contenido en una retorta rota, cayó sobre la mesa, los carbones encendidos y el pavimento, formándose una atmósfera de va-

pores blancos, densos, terriblemente cáusticos, que puso al profesor, ayudante, mozo y alumnos en precipitada fuga. Pero era necesario abrir las ventanas y para ello había que penetrar en el local. Envolviéndose la cara en una tohalla mojada, Tremols consiguió poder establecer la ventilación, arriesgándose en aquella atmósfera irrespirable. Hoy compramos el ácido en las droguerías y le rechazamos sin contemplaciones, cuando no reune circunstancias de pureza que eran ideales hace algunos años.

De 1864 á 1870, Tremols trabajó sin descanso, valiéndole sus trabajos cargos honoríficos. El Ateneo de Barcelona le nombró en 1866 Presidente de la Sección de Ciencias exactas; la Sociedad Económica le honró con el título de socio residente, con destino á la clase de minería; en la Academia, desempeñó primero el cargo de Secretario, después el de Conservador de los gabinetes y por último el de Bibliotecario.

Sus muchos conocimientos le hacían apto para desempeñar misiones muy diferentes. En 1867. D. Manuel Durán y Bas, celoso Presidente del Ateneo, le pidió, como autoridad de reconocida competencia, los nombres de las obras más importantes de ciencias naturales en aquella época, á fin de adquirirlas y enriquecer la biblioteca de dicha sociedad. Estableciéndose el doctorado en las Universidades de provincias, la Diputación le encargó la cátedra de Historia de la Farmacia, asignatura del doctorado en esta Facultad. En la Academia formó parte de la Comisión nombrada para el mejoramiento de los vinos catalanes y leyó dos memorias, en las que resume los principales descubrimientos científicos hechos en química durante los años 1867 y 1869.

Estas dos memorias se conservan en los archivos de la Academia. Tremols analiza en ellas la importancia de los descubrimientos realizados en los dos años mencionados y se fija principalmente en los notabilísimos trabajos de Stas, que son las investigaciones analíticas más exactas que jamás se han realizado y cuya precisión no se concibe hoy que pueda ser superada. Los trabajos de Stas tenían por objeto comprobar la hipótesis de Prout, y en el fondo envolvían la interesante cuestión de la unidad de la materia. Los físicos han logrado transformar unas en otras las distintas formas de la energía; pero los químicos no han podido transformar los cuerpos simples. Al demostrar Stas que los pesos atómicos del azufre, del oxígeno y del platino no son múltiples exactos del peso atómico del hidrógeno se desvaneció la ilusión de considerarles como hidrógeno condensado. Tremols dió á estos trabajos toda la importancia que tenían.

Alterando el orden cronológico y para estudiar separadamente al químico y al naturalista me ocuparé en los últimos trabajos que sobre química leyó Tremols en esta Real Academia.

En el año 1887 presentó un estudio sobre la nitrificación. Sabido es por todos que el nitro es una sal de muchas aplicaciones, parte integrante de la pól-

vora y que la industria necesita en grandes cantidades. Existe en algunas regiones ya formada, constituyendo las llamadas nitrerias naturales. Pero también puede producirse artificialmente y el mecanismo de su formación era muy obscuro en la época de Tremols y daba orígen á muchas teorías. ¿De dónde viene el nitrógeno que el nitro contiene? ¿Del aire ó de los substancias orgánicas en descomposición? ¿Qué influencia ejercen los cuerpos porosos en la formación de dicha sal? La memoria de Tremols es un estudio muy detenido de las hipótesis que entonces reinaban y de los hechos que le servían de base. Con toda minuciosidad hace Tremols el estudio de la cuestión señalando los puntos obscuros, sin llegar no obstante á conclusiones definitivas. La ciencia no había progresado bastante: años después se supo que las tierras esterilizadas de las nitrerías artificiales no producen nitro. Los seres inferiores, el mundo microscópico influyen misteriosamente en la formación de esta sal: son las bacterias nitrificantes el principal actor de las nitrerías artificiales.

Su última memoria sobre química es del año 1887, y tiene por tema «Reflexiones acerca de las tablas que expresan las relaciones de peso bajo las cuales los cuerpos se combinan y sobre las fórmulas atómicas actuales.»

Era entonces la época en que la química experimentaba una transformación profunda. Con dolor veían los antiguos dualistas formados en las doctrinas de Berzelius derrumbarse poco á poco los dogmas antes venerados. Es siempre doloroso llegar al convencimiento de que los principios que han servido de guía y fueron algún tiempo considerados como verdades inconcusas no tienen base cierta; y cuando con los años falta al espíritu elasticidad y las ideas cristalizan el cambio es muy doloroso por no decir imposible. El físico Biot murió defendiendo la teoría de la emisión; Berzelius luchó hasta el último momento por las teorías dualistas; Quatrefages combatió siempre la doctrina de la evolución.

En la época en que Tremols leyó su trabajo se discutían en España las nuevas teorías que ya reinaban en la ciencia. Aquella antigua química, tan sencilla, tan clara, tan comprensible, que reunía además cierta grandeza filosófica, conforme con la que se observa en la física ó en la astronomía, fué aceptada y querida por los químicos de la época del gran Berzelius. Todo está hecho con número, peso y medida en la naturaleza. La ciencia había demostrado que los cuerpos se combinan en proporciones definidas. Su combinación, decía Berzelius, se verifica por la atracción de dos partes antagonistas simples ó compuestas, cargadas de electricidades de nombre contrario. El ácido sulfúrico está formado por azufre y oxígeno: es la electricidad la que mantiene unidos los átomos de azufre y oxígeno. La potasa tiene potasio y oxígeno: es también la electricidad la que une los átomos de potasio y los de oxígeno. El sulfato potásico es una sal que tiene azufre, oxígeno y potasio; pero este compuesto está formado de dos partes: ácido sulfúrico y potasa, y es también la electricidad la que enlaza el ácido y la base. Si fuese posible ir con un escalpelo dividiendo las moléculas de los

cuerpos por sus enlaces, encontraríamos, según las doctrinas de Berzelius, piezas unidas de dos en dos. Esta teoría, que me he permitido recordaros, es en verdad seductora.

Pero jamás podemos vanagloriarnos de haber descubierto una ley natural por haber llegado á expresarla bajo una forma elemental. La naturaleza al lado de su sencillez ofrece complicaciones sin cuento. Dice Arago que un profesor alemán, célebre por la importancia de sus descubrimientos en acústica, M. Chladni vino á París. Bajo la impresión de las dificultades que había encontrado en sus trabajos decía con tono agrio y gestos de despecho que por su exageración casi tocaban en el ridículo: Cuando quereis levantar el más pequeño velo con que la naturaleza se envuelve, responde invariablemente ¡no! ¡no! ¡no!

Los químicos de la época de Berzelius habían creído descubrir una nueva ley del Universo; pero no era así. Dumas, Liebig, Gerhardt, Wöhler y sus discípulos encontraron hechos incompatibles con la teoría dualista. En su combate con la teoría unitaria, la de los tipos y la de las substituciones, la teoría dualista fué perdiendo terreno poco á poco. Hoy día no se escribe ya un libro de química que emplee las antiguas fórmulas.

Tremols presenció la evolución de la química. Con su honradez científica exponía á sus alumnos los nuevos derroteros de la ciencia; pero en el fondo de su alma amaba y permaneció siempre fiel á la química de Berzelius. En su memoria hace una exposición franca y leal de los hechos que, sin embargo, no llegaban á convencerle.

Encargado por la Academia del discurso inaugural, leyó en octubre de 1891 un trabajo que tenía por tema «Causas del lamentable atraso de las Ciencias físicas y naturales en España, y de las más importantes reformas que exige su estudio.»

En este discurso se queja Tremols amargamente de la poca importancia que, por los gobiernos y aún por el público en general, se da á la ciencia en España, y de las dificultades con que luchan los profesores de ciencias experimentales. Compara el estado de nuestros laboratorios con los del extrangero y pide al gobierno la creación de nuevos centros.

Yo recuerdo, en la época en que llegué á Barcelona, oirle hablar con verdadera exaltación de las deficiencias de nuestra Universidad y en especial de los laboratorios de la Facultad de Farmacia, cuyas condiciones les hacen en invierno casi inhabitables. D. Federico leía memorias extrangeras. A sus manos llegó el fascículo de la Enciclopedia de Fremy que describe los laboratorios de Francia, Suiza y Alemania y su espíritu jóven se entusiasmaba al ver la grandiosidad con que otras naciones atienden al progreso de la ciencia. Estaba íntimamente persuadido que el progreso científico es la base de la prosperidad de las naciones, aun cuando no siempre se vea la relación inmediata. De esto podrían darse mil pruebas. Por no citar sino un hecho que, en este momento, viene á mi imaginación

recuerdo que muy pocos días antes de nuestra guerra con los Estados Unidos recibió esta Academia la remesa de libros y revistas que las sociedades científicas de aquel país nos envían periódicamente. Uno de los individuos de la Corporación, que quizá me oye en este momento, hojeaba las obras de Geología. Nunca había estado en los Estados Unidos. Seguramente desconocía sus fuerzas guerreras, error muy disculpable en un Académico, cuando nuestros gobernantes tampoco dieron muestras de ello. Cerrando el libro y volviéndose á mí que estaba á su lado me dijo con pena: ¿Y con la nación que publica estas obras vamos á entrar en guerra? Poco tiempo después se cumplían sus profecías.

Tremols pide en su discurso protección para las ciencias. Mil voces se han unido á la suya. No dudo ni un solo instante que cuantos ministros de Instrucción pública han subido al poder, todos desearon colocar á España á la altura de las demás naciones. Todo el mundo habla de ciencia, todo el mundo la pide; pero apenas se encuentra quien haga por ella el menor sacrificio. Hay algo muy ténue y delicado, algo que flota en la atmósfera de España que es contrario al progreso. Esta atmósfera, esto que podría compararse á lo que los antiguos llamaban constelaciones médicas es el resultado de causas muy diferentes, y es comparable á un narcótico que debilita el organismo sin que el paciente se dé cuenta de ello. Confío, sin embargo, en que poco á poco aires venidos de fuera renueven esta atmósfera viciada, y que nuestra nación siga el camino de aquéllas otras, que, según confiesan unánimemente todos los que las conocen, nos superan en cultura y bienestar.

II

En los primeros años de su vida, Tremols estaba muy delicado de salud y el médico le aconsejó grandes paseos por el campo para fortalecerse. Pasear por el campo y no hacer algo útil no era propio del carácter de nuestro biografiado. Tremols resolvió aprovechar sus paseos, estudiando la flora de la región; y á esta circunstancia debe Cataluña el haber tenido uno de sus botánicos más insignes.

Tremols era químico al principio y se volvió botánico. Tremols es una prueba más que me afirma en la idea de cuanto se abusa en España de lo que podría llamar doctrina de la vocación. Según ella, el hombre viene á este mundo con fines y disposiciones especiales, como si fuese la pieza de encaje de un mecanismo complicado. Unos nacen para médicos, otros para matemáticos; otros para poetas ó músicos. El que equivoca su vocación y extravía el camino es desgraciado toda su vida.

Tendría que dejar de ser profesor para no conocer la diferencia de aptitudes que existe entre unos hombres y otros. Bien sé que hay disposiciones y cualidades de espíritu extraordinarias; pero en una medida amplísima todo depende de

la dirección y del medio ambiente. Al lado de un gran naturalista aparecen naturalistas; un gran astrónomo sabe inspirar á sus discípulos entusiasmo por la astronomía. Con la doctrina de la vocación, se causa en los espíritus grandes perturbaciones y en las cuestiones científicas se fomenta la pereza; son muchos los que no comprendiendo una cuestión difícil, la abandonan; y no hacen esfuerzos por considerarse sin disposición para ello. En los países sajones y anglosajones, apenas he oído hablar de vocaciones; he oído sí siempre ponderar á los hombres inteligentes y enérgicos que aplican su voluntad en un sentido determinado. Los resultados dependen de la intensidad de las fuerzas, de la energía y de los medios que les rodean. El entusiasmo y la afición obedecen á veces á causas muy lejanas. Yo podría citar un académico á quien los castigos que recibió al estudiar las oraciones de activa y pasiva, le hacen conservar hácia el latín una repugnancia invencible, y este mismo académico siente un amor semipoético por las ciencias naturales, que comenzó á inspirarle la vista de un magnífico cristal de espato de Islandia.

Al herborizar, al ir coleccionando plantas, Tremols se encariñó con su trabajo, y poco á poco, fué naciendo en él un entusiasmo, casi podríamos decir una pasión, por la botánica, que conservó toda la vida. En el tiempo que estuvo en Granada, seguramente le guiaría en sus primeros estudios aquel sabio botánico profesor de la Facultad de Farmacia D. Mariano del Amo, de quien he oído contar que, enfermo y casi ciego, reconocía por el tacto, las plantas que los alumnos le presentaban indicándole la procedencia.

Al llegar á Barcelona, Tremols continuó enriqueciendo su herbario, emprendiendo excursiones por las montañas de Cataluña. Su afición la transmitió á sus discípulos. Tropezando con dificultades enormes por la falta de libros y de tipos de comparación, Tremols se vió en la necesidad de recurrir al extranjero, y ponerse en relaciones con la Sociedad Helvética. Los admirables ejemplares que mandaba, le valieron felicitaciones calurosísimas y le proporcionaron numerosas amistades con los botánicos de otros países. Tremols utilizó estas circunstancias, y es uno de sus mayores méritos, para poner en comunicación á muchos jóvenes botánicos de Cataluña con profesores extranjeros, siendo uno de los miembros más activos de la Sociedad botánica para cambio de plantas, y contribuyendo en alto grado á realzar el nombre científico de España.

Alargaría demasiado esta biografía, si entrase á detallar cuanto ha hecho Tremols en este sentido. Tendría que analizar entonces su correspondencia botánica, que la familia conserva como un precioso recuerdo. Las cartas están firmadas por Geheeb, Puiggarí, Vayreda, Planchon, Pau, Lacoizqueta, etc., etc. De Suiza, de Hungría, de Francia, de Inglaterra, de Alemania, de los Estados Unidos le piden ejemplares y le proponen cambios; y Tremols, con una abnegación y un entusiasmo extraordinario, emprende numerosas y arriesgadas excursiones, hace gastos superiores á sus fuerzas, y con la energía y tenacidad de su caracter, consagra su vida á una empresa tan honrosa como poco lucrativa.

A estas nobles pasiones deben la ciencia y la humanidad las más grandes conquistas.

Enriquecido con tales cambios, y coleccionando plantas de todas partes, el herbario de Tremols creció rapidamente, llegando á adquirir dimensiones extraordinarias. Lástima que no haya podido formar, como era su deseo en los últimos años, un herbario especial para Cataluña. Constituye sin embargo, el herbario de Tremols una obra que será consultada, con fruto, por cuantos se ocupen en la botánica de España, y en especial de la región catalana.

Si muchas de las plantas del herbario nos revelaran su historia, nos contarían aventuras interesantes y peligrosas. Enjuto de carnes, con músculos de acero formados por el ejercicio al aire libre y la gimnasia, Tremols se aventuraba en las regiones montañosas en tales sitios, que sus compañeros no podían seguirle. La *Saxifraga cataláunica* que crece en Montserrat y elige, como para escapar de la persecución de los botánicos, alturas peligrosas, era el objeto de su constante rebusca, y más de una vez, agarrado á una rama, y sujetos los piés por el mozo que le acompañaba, lanzaba su cuerpo encima de precipicios que producirían el vértigo á un hombre menos sereno, arriesgando su vida para coger unos ejemplares.

Todos sus discípulos conservan de Tremols el más grato recuerdo. Su caracter sencillo, la alegría franca y casi infantil que sentía al verse rodeado de amigos que le querían, daba á las excursiones un encanto especial. El hallazgo de una planta nueva, era un verdadero acontecimiento, y más de una vez, como al encontrar la *Aceras longibracteata*, orquídea, no descrita por Costa, su alegría se desbordaba en las mismas manifestaciones exteriores que David ante el arca santa.

Acompañaba á Tremols en sus excursiones un mozo colector llamado Ramón Gener, que había cobrado por la botánica un entusiasmo análogo al de su amo. Acostumbrado á ver clasificar, y á vivir, en el reino de las plantas, adquirió lo que el público denominaría ojo botánico, y con admirable seguridad decía por intuición la familia y muchas veces el género de plantas nuevas, que jamás había visto. Ramón murió joven, y su pérdida fué sentida vivamente por Tremols. Si las circunstancias de su vida hubiesen sido otras, Cataluña hubiera tenido un botánico más de quien gloriarse.

Tienen las ciencias naturales para los que las cultivan, un atractivo que no poseen otros estudios. Se mezclan con las alegrías del espíritu, las sensaciones poéticas de la naturaleza. Recorriendo las montañas y los valles, las regiones fértiles y las estepas, paseando por la orilla del mar ó bajando á las grutas llenas de estalagmitas y estalactitas, el alma adquiere una delicadeza de sentimientos comparable á la de un artista, cuyo genio se desarrolla, contemplando las obras de los grandes maestros. Es muy frecuente que el entusiasmo por la naturaleza ad-

quiera la intensidad de una pasión. La fiebre de la pradera llamaban, en la América del Norte, á la pasión de aquéllos que dejaban las ventajas de la vida civilizada, para seguir durante meses enteros los rebaños de bisontes en plena región salvaje; la fiebre de la montaña llaman en Baviera y el Tirol á la pasión de los alpinistas que, arrastrados por el irresistible encanto de las grandes montañas, arriesgan su vida para sentir las impresiones de los paisajes en que reina el silencio y la soledad absoluta. El hombre de ciencia añade á estos indescriptibles sentimientos, las consideraciones que despiertan los grandes problemas de la naturaleza, y el profundo y absolutamente desconocido misterio que por todas partes nos rodea.

Tremols sentía el amor á la naturaleza en grado extraordinario. Basta para convencerse de ello su discurso leído en la Universidad de Barcelona el 1.º de octubre de 1871, que es un canto á las ciencias naturales y un estudio de los más altos problemas científicos. Al leerlo, se descubre al lado del hombre de ciencia al hombre de imaginación, que, como otros muchos de su época, había sufrido la influencia de las doctrinas del autor del Cosmos y de los Cuadros de la Naturaleza.

III

Tremols, me decía hace pocos días, un ilustre botánico, miembro de la Academia, fué un botánico muy modesto, que casi siempre confió á los demás la publicación de sus descubrimientos. No hay más que hojear la flora de Costa y en ella se verán, entre otras numerosas especies: el *Gneorum tricoccum*, la *Armeria ruscinonensis*, la *Statice bellidifolia*, la *Euphorbia biumbellata*, el *Asplenium maritimum*, etc., etc., todas ellas de Cadaqués, su país natal, que había explorado con cariño y éxito.

De los pocos trabajos que publicó sobre botánica, merecen especial mención, las dos últimas memorias leídas en la Academia de Ciencias. El uno es del año 1895, y el otro, de 1899.

Constituye la primera el catálogo de las plantas observadas en la montaña de Requesens. Situada esta montaña en los Pirineos orientales, en los límites de España y Francia, el estudio de su flora interesaba vivamente á los botánicos franceses que solicitaron el concurso de Tremols. La lectura de esta memoria es muy instructiva por la introducción que precede al catálogo, en la que describe el país, la magnífica posesión del Conde de Perelada y resume los trabajos emprendidos desde 1858. Seis veces estuvo Tremols en Requesens, y en varias épocas del año para sorprender las plantas que florecen en las distintas estaciones. Gracias á sus trabajos y á los de Bolós, Texidor y Vayreda, la flora de los estribos orientales del Pirineo, sobre todo en la región comprendida entre los Cabos de Creus y Norfeo, está casi completamente conocida.

La memoria leída el 19 de junio de 1899, es decir, siete meses antes de su muerte, es un estudio sobre el difícil género de los Hieracium. «Las principales dificultades con que se ha tropezado al tratar de definir con precisión las especies de este género, dice Tremols, han sido, en primer lugar, la de tratarse de uno de los grupos más naturales de la botánica, cuyos miembros no se distinguen entre sí por caracteres bien marcados y decisivos, sino que pasan de unos á otros insensiblemente formando una gradación poco pronunciada, que infunde la duda y la perplejidad en el ánimo de los botánicos. Viene en seguida á complicar la dificultad, la circustancia que evidentemente, entre las especies más afines de este género ocurren frecuentes hibridaciones que acentúan más y más las transiciones casi insensibles y difíciles de definir.»

Costa, Masferrer, Compañó y Tremols habían hecho algunos trabajos sobre los Hieráceos de Cataluña; pero, para avanzar en el estudio de tan intrincado género, el especialista Arvet-Touvet y el distinguido botánico Gautier de Narbona, emprendieron, en unión de Tremols, una excursión en julio de 1877; y después de visitar en Tarrasa el herbario de su amigo Cadevall, recorrieron luego durante veinte días Montserrat, Montseny, Pla de las Arenas, San Hilario, Las Guillerías, Coll-Sacabra, Ripoll y San Juan de las Abadesas.

El resultado de esta expedición está consignado en la memoria de Tremols. Una larga serie de especies nuevas crea Touvet, entre ellas el *Hieracium Tremolsianium*, que al igual que la *Statice Tremolsi*, la *Saxifraga Tremolsi* y la *Mentha Tremolsiana* que le habían sido dedicados por otros botánicos, recordarán siempre el nombre de nuestro consocio.

La observación con que Tremols termina su monografía, es digna de ser transcrita. «Ignoro, dice, si la ciencia admitirá todas estas especies.» *Natura non facit saltum*, decía Linneo, y esto dicen los botánicos modernos. No creo que haya nadie que lea el estudio sobre los Hieráceos de Tremols que no encuentre justificadas las ideas de Darwin y Lamarck sobre lo que debe entenderse por especie.

IV

Los trabajos científicos ya citados, bastan para honrar la vida de un hombre. A ellos hay que añadir la publicación de un tratado de química inorgánica; la traducción al castellano de un diccionario francés, el diccionario de Buan; la biografía de su íntimo amigo Sanchez Comendador, y numerosos artículos publicados en revistas científicas.

Tremols encontraba tiempo para ocuparse en cuestiones de orden distinto, desempeñando varios cargos con su actividad característica. Tremols fué Decano de la Facultad de Farmacia; conservador, director de sección, vice-presidente y en 1880 y 1885 presidente de esta Real Academia; fué individuo de la Sociedad Económica, vocal de la Junta técnica de Ciencias Naturales del Ayuntamiento,

socio honorario de la Sociedad de Horticultores, etc., etc. Tremols ha formado parte de numerosos tribunales y jurados, é intervenido en multitud de cuestiones de interés vital para Barcelona y Cataluña. Y Tremols, tuvo además, que ganarse la vida con trabajos especiales, pues el sueldo de catedrático no llegaba para atender á la familia y comprar obras de botánica.

Hablaré únicamente para terminar, de la misión que en 1879 le confió la Diputación Provincial, misión de gran importancia, y que, á pesar de no corresponder los resultados positivos á los sacrificios y esfuerzos, permite formar idea del temple moral de nuestro compañero.

Una enfermedad desconocida atacó en 1867 los viñas de los márgenes del Ródano de una manera alarmante. Los delegados de la Sociedad francesa de Agricultura enviados para estudiarla sólo encontraron raíces podridas y plantas muertas. Y sin embargo, decía algún tiempo después á Planchon, el regidor de la comarca, la enfermedad se propaga como la invasión de un ejército. Planchon descubrió el enemigo que era la Philloxera vastatrix.

Este insecto americano, transportado á Europa, es una de las mayores plagas que ha sufrido la Agricultura. Inglaterra, Francia, España, Italia y Hungría fueron invadidas sucesivamente por el temible ejército causando pérdidas enormes. Lalande juzgaba en 1888 que las pérdidas ocasionadas á Francia hasta entonces debían valorarse por lo menos en 10 mil millones de francos.

En España fué en Málaga y en Ampurdán donde apareció primero la filoxera y nada pudo detener su marcha. ¿Cómo combatir la epidemia? En dos grupos se dividieron los agricultores. Unos creían que era necesario destruir al enemigo, perseguirle sin piedad en donde apareciera, arrancar las viñas enfermas, matar el gérmen y evitar su propagación: estos eran los filoxeristas. Otros, teniendo en cuenta la facilidad del contagio, la imposibilidad de destruir un insecto que, por sus condiciones de desarrollo, escapa á las medidas más enérgicas, proponían sustituir las vides europeas por las variedades americanas á que no atacan el temible insecto: estos se llamaban americanistas.

La cuestión era muy grave: afectaba hondamente los intereses de Cataluña, región vinícola de gran importancia. La Diputación provincial, con un celo que tanto le honra, trató de adquirir datos exactos, y eligió á un botánico para estudiar cuales eran las cepas que mejor resistían la epidemia, sufragándole los gastos de un viaje á los Estados Unidos. Y la elección naturalmente recayó sobre Tremols.

Conociendo el caracter de nuestro consocio, estoy seguro que aceptó con júbilo el encargo. No era Tremols hombre para arredrarse ante los peligros y molestias inherentes á un largo viaje; y la idea de hacer algo útil á su país y de poder contemplar las bellezas de la flora americana, seguramente le entusiasmaron.

Tremols llegó á Nueva Orleans en febrero de 1880. Poniéndose inmediatamente en relaciones con el consul, y con la Academia de Ciencias de dicha ciudad,

formó el plan de estudios y viajes sin perdonar sacrificio alguno para proporcionarse los datos que buscaba. Y atravesó los estados del Misisipí, Alabama, Kentucky, Tennesue, Missouri, Illinois, Indiana, Ohio, Virginia, Maryland, Pensilvania, New-Jersey y New-York, deteniéndose principalmente en S. Luis, Columbia, Pittsburg, Washington, Baltimore, Philadelphia, New-York, New-Jersey y Niágara.

Los que no han salido de su país ó sólo han hecho excursiones de recreo por las naciones más civilizadas del extranjero, dificilmente pueden figurarse las dificultades con que Tremols debió luchar, teniendo en cuenta la época y las condiciones en que realizó el viaje. Transcribiré aquí sus palabras tomadas de la memoria que presentó á la Diputación.

«Difícil ha sido y en algunos casos hasta penosa nuestra peregrinación por aquellos remotos paises, y la tarea de reunir todos los datos y materiales que eran indispensables para poder abordar el estudio de las diversas cuestiones que abarcaba nuestra comisión, y á fin de que pudiéramos más tarde establecer sobre las mismas soluciones que llenaran plenamente el objeto que V E. se propuso al conferirnos tan honroso cargo. Un idioma que no nos era familiar; una estación ruda y sujeta á recrudescencias extremas, temibles y embarazosas hasta para los mismos habitantes del país; un cambio de vida y costumbres casi radical á que dificilmente puede acomodarse un europeo sin menoscabo de su salud, y hasta el caracter peculiar de aquella parte del mundo, fueron otros tantos obstáculos con los cuales tuvimos una obstinada lucha.»

Tremols luchó con toda energía é hizo todo cuanto sus fuerzas y medios le permitían. El resúmen de sus trabajos está contenido en la memoria que presentó á la Diputación provincial, memoria sobre la cual el distinguido botánico Doctor Costa ha dicho en su juicio crítico:

«El cúmulo de las observaciones y juicios emitidos sobre tan vasto asunto, expuestos con vigoroso método, hace del escrito de Tremols más que un informe, un tratado del estado actual de los conocimientos á que sobre el recurso de apelar á las cepas exóticas para salvar á las indígenas, podemos vernos obligados á recurrir.»

La Diputación provincial, en sesión pública de 7 de febrero de 1881, acordó: dar á su comisionado el más expresivo voto de gracias por la inteligencia y celo con que ha desempeñado el cargo que le había confiado é imprimir 500 ejemplares de la memoria.

V

Cualquiera que no hubiese conocido á Tremols, se figuraría al ver sus numerosos trabajos, un hombre de caracter fuerte y dominante, dotado de exuberante energía, brusco é imperativo; y la equivocación hubiera sido completa.

Todos tenemos presente en la memoria á nuestro consocio. Al verle en su cuarto, rodeado de plantas y arreglando el herbario, era imposible no recordar el tipo profundamente simpático con que se ha pintado á los sabios naturalistas. Sus distracciones y su ingenuidad parecían confirmar el juicio que el público tiene de los hombres de ciencia.

Tremols tuvo penas en la vida. ¿Quién podrá decir que no las ha sufrido? Pero Tremols tuvo la dicha de formar, poco después de su llegada á Barcelona, un hogar que fué su encanto y le permitió consagrarse á la ciencia y á su pasión favorita. Rodeado hasta los últimos instantes de los cuidados de su digna esposa é hijas gozó de todas las dulzuras de la familia.

En los últimos años acariciaba la idea de jubilarse retirándose á Cadaqués, su pueblo natal; y dedicar el resto de sus días á sus preciosas colecciones botánicas. Este pensamiento no lo realizó y creo ha sido un bien. Para los profesores que han pasado su vida consagrados á la enseñanza, la cátedra llega á ser una necesidad y el aliciente de su vejez. La jubilación causa en muchos un efecto deprimente que les entristece.

Tremols muriéndose, apagándose la luz de su inteligencia, se figura en el delirio que está rodeado de alumnos, y reuniendo las pocas fuerzas que le quedan, comienza á explicar, en medio del dolor de los que le asistían, una lección de cátedra. Sus últimas palabras fueron para la ciencia objeto principal de toda su vida.

Descanse en paz el amante de la naturaleza, el botánico entusiasta, y el hombre bueno que ha honrado á su país y á esta Real Academia.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 5

FAUNA CORALINA DEL PISO APTENSE DE CATALUÑA

AVANCE DE UNA MEMORIA SOBRE LA MISMA

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

DR. D. JOAQUIN DE ANGELIS D' OSSAT, en Roma

Versión del texto original francés

POR EL

DR. D. JAIME ALMERA, CANÓNIGO

Publicada en marzo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 5

FAUNA CORALINA DEL PISO APTENSE DE CATALUÑA

AVANCE DE UNA MEMORIA SOBRE LA MISMA

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

DR. D. JOAQUIN DE ANGELIS D' OSSAT, en Roma

Versión del texto original francés

POR EL

DR. D. JAIME ALMERA, CANÓNIGO

Publicada en marzo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

FAUNA CORALINA DEL PISO APTENSE DE CATALUÑA

AVANCE DE UNA MEMORIA SOBRE LA MISMA

por el Académico correspondiente

Dr. D. Joaquín de Angelis d' Ossat, en Roma.

Sesión del 29 de diciembre de 1904

Versión del texto original francés pór el Dr. D. Jaime Almera, canónigo

---

El Dr. Almera ha tenido la amabilidad de remitirme para su estudio una série de ejemplares de coralarios por él descubiertos en el macizo infracretácico del litoral de la Provincia de Barcelona.

Afortunadamente el mismo geólogo ha ya dado á conocer la geología de esta provincia por medio de mapas geológicos y memorias, que hacen que esta provincia sea geológicamente la mejor conocida de todas, lo cual me ahorra á mí el trabajo de dar á conocer sus principales localidades fosilíferas.

El río Foix que desemboca en el Mediterráneo al SO. de Barcelona, á pocos kilometros (6 kil.) de Villanueva y Geltrú, tiene como principal afluente por su parte derecha la *riera* de Marmellá, la que al entrar en la provincia de Barcelona tiene que romper y salvar la sierra de Castellví de la Marca á Montmell. De la cuenca de esta *riera* en el trecho que abarca la sierra antedicha, dice el mismo geólogo. «Siguiendo hácia arriba, á partir de Castellví de la Marca á unos 120 metros encima el barranco frente á can Pascual, encima de estas calizas se nota un depósito de calizas granudas, brechoideas, friables en ciertos niveles, de color amarillento, muy ricas en fósiles pertenecientes al Aptense arrecifal, de una potencia de más de 180 metros.» (1) La Sociedad geológica de Francia estudió este corte en 8 de octubre de 1898 bajo la dirección del referido geólogo y reconoció que el nivel inferior, muy fosilífero, pertenecía francamente al piso Aptense.

A mas de la

Horiopleura Almeræ Paquier
y *Polyconites* cf. *Verneuilli* Bayle

contiene las especies siguientes:

Orbitolina discoidea *Orbitolina conoidea*

(1) (*Bulle de le Soc. Giol de France)* 3.º ser., t. XXVI, pág. 841.

Enallaster Delgadoi
Rhynchonella lata
Terebratula prœlonga
Terebratula scilla
» *tamarindus*
Ostrea prœcursor
» *Bousingaulti*
» *aquila*
Janira Morrisi
Lima Cottaldina
Requienia Lonsdalei
Toucasia carinata
Lithodomus avellana
Trigonia caudata
Cardium Euryalus
» *amœnum*
Cyprina curvirostris
Fimbria corrugata
Tapes cf. *paralella.*
Anatina sp.
Panopœa sp.
Nerinœa Renauxiana
» *Coquandiana*
» *gigantea*
» *Archimedis*
etc., etc.

La sucesión de las zonas la tiene explicada el autor en una publicación anterior: *Etude stratigraphique du massif cretacé du litoral de la provincie de Barcelona, 1895*». De abajo arriba cerca de Castellví de la Marca se encuentra la série siguiente:

Dolomias.

a. Calizas granudas fosilíferas formando bancos, brechoides, algunas friables, de color amarillento con calizas margosas intercaladas conteniendo Poliperos y Rudistos (125 m.) Primer nivel.

b. Margas amarillentas nodulosas friables (25 m.)

c. Calizas en bancos de poco espesor con dolomias intercaladas. (20 m.)

d. Segundo nivel de margas calizas granudas, amarillentas conteniendo Poliperos y Rudistos (4 m.)

e. Margas amarillentas muy fosilíferas, conteniendo casi las mismas especies que el nivel *a* (20 m.)

El afloramento del Aptense en el macizo infracretácico de Cataluña nos lo demuestran los bellos mapas geológicos levantados por el referido Dr. Almera, de cuya leyenda tomo lo siguiente, referente á la zona que nos ocupa.

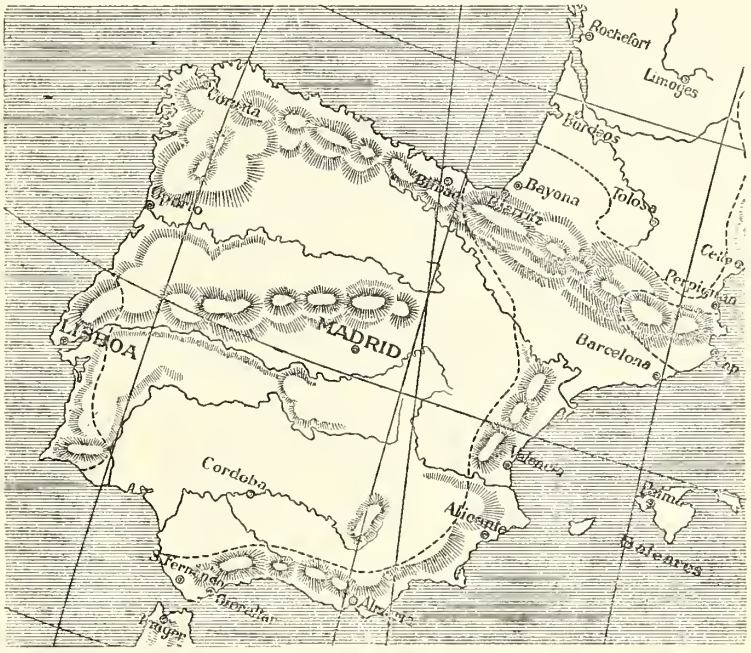
Dicho piso en la hoja tercera; *Cuenca del río Foix y la Llacuna, 1900*, está dividido en dos facies.

1.ª *Facies litoral.* Calizas y margas con *Echinospatagus Collenoi* y *Orbitolina.* (Más de 100 metros).

2.ª *Facies arrecifal.* En algunas localidades, en su nivel inferior reviste le facies de Rudistos ó arrecifal presentando bancos de *Toucasia carinata* de grandes dimensiones, *T. Seunesi, Polyconites Verneuilli, Horiopleura,* etc. Existe desde Castellví á Marmellá, en San Martí Sarroca y en la loma de San Pau, (Villafranca). Es la repetición de Camp de Grills (Ordal). Se encuentra también junto á can Morgades, á poca distancia al NE. de la parroquia de Castellví, en la Roqueta (Canyellas) y en las Mesquitas, NO. deVillanueva y Geltrú.

El piso aptense de España era ya conocido por la Monografía especial de

M. Coquand, (1) por los trabajos Landerer, (2) de M. Carez, (3) de Maureta y Thos y Codina, (4) Dereims, (5) Almera, (6) etc. De estos trabajos he tomado los datos necesarios para trazar el bosquejo del mapa adjunto, en el cual va representada la extensión del mar aptense sobre la España actual.



Mapa del mar aptense de la Península ibérica y región Pirenaica.

---------- *límites del mar aptense.*

Para poder comprender toda la significación del bosquejo del mapa adjunto es preciso volver á refrescar brevemente la historia de los movimientos orogénicos que se efectuaron principalmente en la región catalana, á partir de la era secundaria. A penas terminó el período triasico, se levantó del fondo del mar la región NE. de España, como lo indica la ausencia de depósitos marinos del periodo siguiente ó Jurásico. Al llegar los tiempos cretácicos la región de Cataluña referida había ya quedado de nuevo bastante sumergida en el mar, el cual fué avanzando hácia la misma y dejando depositar los primeros sedimentos del nivel

(1) Coquand, Monographie de l'étage Aptien d'Espagne, 1865.
(2) Landerer, Monografía del piso áptico de Tortosa, 1870.
(3) Carez, Études des terrains cretacés du Nord de l'Espagne, 1881.
(4) Maureta y Thos Codina, Descrip. geol. de la Provincia de Barcelona, 1881.
(5) Dereims, Recherches geologique dans le Sud de l'Aragon. 1898.
(6) Almera, vide ops. cits. y Mapas geológicos.

inferior del periodo infracretácico. Estas condiciones batimetricas no duraron largo tiempo, puesto que durante la época Aptense volvió de nuevo á levantarse el suelo, como lo acusan claramente los sedimentos, que son casi todos arrecifales y de régimen litoral. La ausencia de depósitos supracretácicos indica bien á las claras que en tales tiempos el litoral de Cataluña estuvo fuera de las aguas.

Las capas que contienen los fósiles que tengo en estudio, así por el número de ejemplares como por el de especies, pertenecen indudablemente á la *facies coralina* ó *arrecifal*. Hay que advertir que para esta suerte de facies, á causa de su analogía con la formación de Orgon, creó M. d'Orbigny en 1850 el piso Urgonense. Mas actualmente no se atribuye al Urgonense una significación cronológica determinada, sino una significación de facies que puede estar representada en muchos niveles. Y en realidad de verdad se ha demostrado posteriormente que el depósito coralino de Orgon había comenzado en la época Barremiense y cesó en la Aptense inferior. En el caso presente no cabe duda alguna de que estamos ocupándonos de una verdadera facies *coralina* aptense. Luego fijaré la significación de la *facies coralina* de Castellví de la Marca á Marmellá y de las demás localidades, lo cual podría titularse urgonense, pero jamás urgo-aptense, pues el Urgo-aptense de Leymerie (1889) comprende (fijándonos en la localidad de las Corbierès) una alternancia de capas conteniendo fósiles aptenses y urgonenses, lo que no se observa en Cataluña, por mas que existan en ella alternancias de muchos pisos, á juzgar por lo que me parecen significar las indicaciones de los mapas del Dr. Almera, esto es:

$$Cr^{2-6};\ Cr^{3-6};\ Cr^{2-5},\ \text{etc.}$$

Nada diré de la división del piso Aptense en dos subpisos, á saber Beduliense (Toucas) y Gargasiense (Kilian), puesto que no es fácil en los depósitos de Cataluña hacer esta división cronológica. Más factible es la división en zonas batimétricas de los depósitos. Así que desde el punto de vista de la estratigrafía estamos en el subpiso inferior ó sea en el Beduliense y por tanto casi coetáneos ó próximos al nivel superior de la formación urgonense de Orgon.

No soy yo el primero que habló de los políperos cretácicos de España, pues hablaron de ellos d'Orbigny, Milne-Edwards y Haime, de Fromentel y señaladamente Coquand. Con todo mi trabajo puede considerarse como primera contribución al estudio de los políperos cretácicos de este país, puesto que de una parte los autores citados se han entretenido muy poco en ellos, y de otra en el presente se estudia una fauna numerosa, de especies bien conservadas y de localidades bien precisadas. En esta Memoria he consignado, en cuanto me ha sido posible, los ascendientes y los descendientes de la fauna aptense de Cataluña y he procurado descubrir muchos caractéres anatómicos, muy interesantes para la determinación y la filogenia de los Antozoos.

Hé aquí todas las especies fosiles del macizo infracretácico de Cataluña en esta Memoria estudiadas.

	HEXACORALLA	C. Pascual.	C. Morgades.	San Martín Sarroca.	Las Mesquitas.	La Roqueta.
	A. Perforata.					
	FUNGIDAE.—THAMNASTRAEINAE.—*Regulares.*					
1	*Leptophyllia Eturbensis.* From..					+
2	*Thamnastraea stricta.* From.	+				
3	*Dimorphastraea crassisepta* d'Orb. v. n. *subcrassicostata.*			+		
4	» *tenuistriata.* From.					+
5	*Latimaeandraraea submorchella.* n. sp.	+				
6	» *Felixi* n. sp.		+			
	B. Aporosa.					
	AMPHIASTRAEIDAE. — ASTRAEIDAE, ASTRAEINAE. — *Montlivaultiaceae.*					
7	*Montlivaultia humilis* d'Orb. sp.	+				
8	» *rudis* Sow. sp.	+				
9	» cfr. *pateriformis* Mich.	+				
10	» cfr. *rugulosa* Koby.	+				
11	» cfr. *Kaufmanni* Koby.	+				
	Astraeaceae.					
12	*Thecosmilia catalaunica* n. sp.	+				
13	*Brachyphyllia Haueri* Felix.	+				
	Cladocoraceae					
14	*Cladocora Gabriellinae* n. sp.	+				
	Faviaceae					
15	*Isastraea* sp. (Marmellá)					
16	*CocloriaOceani* d'Orb. sp.	+				
	EUSMILINAE.—*Stylinacee.*					
17	*Phyllocoenia corollaris* Reuss. sp.	+				
18	» *exsculpta* Reuss. sp.	+	+		+	
19	» sp.	+				
20	*Cryptocoenia Picteti* Koby.	+				
21	*Convexastraea Almerai* n. sp.				+	
	Euphylliaceae					
22	*Aplosmilia Vidali* n. sp.	+				
		16	2	1	2	2

		C. Pascual.	C. Morgades.	San Martín Sarroca.	Las Mesquitas.	La Roqueta.
	Eugyraceae	16	2	1	2	2
23	*Eugyra pusilla* Koby, v. n. *pauciseptata*..				+	
24	» *Cotteaui* From.				+	
	TURBINOLIDAE. Trochosmilinae. *Trochosmiliaceae*					
25	*Trochosmilia uricornis* Mich. sp.	+				
26	» cfr. *obliqua* d'Orb. sp.	+				
27	» *Portisi* n. sp.	+				
28	» *Nevianii* n. sp..	+	+	+		
29	» *sandalina* n. sp.	+				
30	» sp. (1).	+				
31	» sp. (2).	+				
32	» sp. (3).	+				
33	*Epismilia robusta* Koby.	+				
34	» *irregularis* Koby	+	+			
35	» *Frechi* n. sp.	+				
36	» *Ogilviei*. n. sp.	+				
37	*Placosmilia* cfr. *arcuata* E. H.	+				
38	*Pleurosmilia Kobyi* n. sp.	+	+			
39	» *Volzi* n. sp.	+				
40	» *Vaughani* n. sp.	+				
41	» *Stutzi* Koby.	+				
42	» cfr. *neocomiensis* From.	+				
43	*Axosmilia Bofilli* n. sp.		+			
44	» *Almerai* n. sp..	+				
45	*Peplosmilia Thildae* n. sp.	+	+			
46	» *Coquandi*. n. sp.	+			+	
47	» *Catalaunica* n. sp.	+				
48	» *iberica* n. sp.	+	+			
49	» *Casañasi* n. sp.	+	+			
50	» *Fromenteli* n. sp.	+				
51	» sp..	+				
		42	9	2	5	2

El valor cronológico de las capas que contienen la fauna coralina está también precisado por otras especies de animales que vivieron junto con los Antozoos.

Con todo no estará de más que refiera aquí las especies conocidas con su respectivo valor cronológico conocido en la actualidad.

La formación ó terreno que nos ha suministrado estos Coralarios ó Antozoos presenta una facies de bancos, en parte de bancos coralinos y en parte constituído por Chamidos. Ya se sabe, como acontece en el piso Turonense, que los Rudistos son capaces de constituir verdaderos bancos idénticos por sus facies á los de los Coralarios. Nada tiene esto de extraño, porque la significación de la palabra banco es mas bien estratigrafíca que designación zoológica.

Núm. d'ordine	FORMAS	CRONOLOGÍA
1	Leptophyllia Eturbensis From.	Néocomiense inferior.
2	Thamnastraea stricta From.	Néocomiense.
3	Dimorphastraea crassisepta d'Orb.	Néocom. Urgonense.
4	» tenuistriata From.	Valangiense, Néocomiense.
5	Montlivaultia humilis d'Orb.	Cénomanense, Turonense.
6	» rudis Sow.	Turonense.
7	» cfr. pateriformis Mich.	Cénomanense.
8	» cfr. rugulosa Koby.	Valangiense.
9	» cfr. Kaufmanni Koby.	Néocomiense.
10	Brachyphyllia Haueri Felix.	Crét. super.
11	Coeloria Oceani d'Orb.	Turonense.
12	Phyllocoenia corollaris Reuss.	Crét. super.
13	» exsculpta Reuss.	ibid.
14	Cryptocoenia Picteti Koby	Néocomiense. Urgonense.
15	Eugyra pusilla Koby.	Urgonense.
16	» Cotteaui Koby.	Néocomiense Urgonense.
17	Trochosmilia uricornis Mich.	Crét. super.
18	» cfr. obliqua d'Orb.	Néocom. sup.; Senonense.
19	Epismilia robusta Koby.	Albense.
20	» irregularis Koby.	Coralense blanco (Épicoralense).
21	Placosmilia cfr. arcuata E. H.	Crét. super.
22	Pleurosmilia cfr. neocomiensis From.	Valangiense, Néocomiense.

24 [illegible]

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 6

ANÁLISIS DE LAS AGUAS MINERALES DE LA TOJA

POR EL ACADÉMICO

DR. D. JOSÉ CASARES GIL

Publicada en marzo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 6

ANÁLISIS DE LAS AGUAS MINERALES DE LA TOJA

POR EL ACADÉMICO

DR. D. JOSÉ CASARES GIL

Publicada en marzo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

ANÁLISIS DE LAS AGUAS MINERALES DE LA TOJA

por el Académico

DON JOSÉ CASARES GIL

Sesión del 24 de noviembre de 1904

En la nota leída en abril del corriente año en esta Academia hice un estudio de los métodos empleados para determinar el bromo, yodo, lítio y arsénico en las aguas minerales. Estos estudios tenían por objeto encontrar los mejores procedimientos para dichas determinaciones y aplicarles á unas aguas minerales cuyo análisis me estaba encomendado.

Terminado este trabajo comunicaré hoy á la Academia los resultados más importantes obtenidos en el análisis de dichas aguas estractando de la Memoria en que detallé las investigaciones los datos de mayor interés.

Para todos los que hemos nacido en Galicia las palabras *Aguas de la Toja* despiertan la idea de un manantial situado en la *Ría de Arosa* en condiciones casi ideales interesantísimo por sus virtudes curativas, comparable á los mejores de Europa y que el atraso del país y la falta de unión y de empresa ha mantenido durante muchos años en un lamentable estado de abandono. El ser las aguas termales y el brotar en una isla les dá un interés científico notable. Pero hay además otras circunstancias que me hicieron encontrar en su estudio un atractivo especial: las aguas minerales de la Toja han sido analizadas por mi padre Antonio Casares quien fué el primero en dar á conocer su composición y señalar, como lo hizo con las más importantes aguas de Galicia, la utilidad que reportaría al público y al país el beneficio de estas riquezas naturales.

Nada más oportuno é interesante puede servir de introducción al estudio de las aguas de la Toja que el copiar algunos de los párrafos de la memoria publicada por mi padre en el año 1841 en los que describe el hallazgo de los manantiales y su situación y propiedades. La memoria dice así:

«Entre las varias islas que están esparcidas en el pequeño mar mediterráneo, llamado Ría de Arosa, se hallan colocadas entre la Península del Grobe y la embocadura del río Umia dos de pequeña extensión y separadas por un canal bastante profundo. En el mapa que de esta Ría formó el Sr. Florez, Capitán de fragata, las señala con los nombres de Toja pequeña y Toja grande; mas los naturales de Cambados, llaman á esta última Loujo ó Louja, y á la otra simplemente Toja. En el Loujo ó Toja grande es en donde se hallan las aguas minerales de que me ocupo en este análisis. La extensión de la Isla es de una legua de circunferencia, más larga que ancha y colocada en la dirección de Norte á Sur. Su terreno es granítico como todo el de las inmediaciones y principalmente el de la península del Grobe, de la que está separada por un pequeño estrecho poco

profundo, que en las bajas mareas puede muy bien atravesarse á caballo. Las rocas graníticas se descubren sólo en la proximidad del mar, pues en el resto de la Isla se hallan cubiertas por una capa de tierra de un pié, á dos de grueso en la que solo se ven vejetar algunos brezos, helechos, jaras, zarzas y juncos.

En el extremo meridional de la Isla es en donde surten las aguas minerales desconocidas hasta hace poco tiempo y cuyo hallazgo segun se me ha contado voy á referir, por parecerme verosímil y bastante curioso.

Nuestros paisanos y aún los de otras provincias tienen creído que en varios puntos se encuentran tesoros ocultos bajo tierra. y no pocas veces hacen esfuerzos prodigiosos para descubrirlos, tomando siempre ciertas precauciones al emprender sus trabajos, porque ó los suponen guardados por un Moro encantado, ó metidas en ollas de barro puestas al lado de otras de igual figura llenas de fuego de alquitrán. Una equivocación al elegir la vasija es fatal, dicen, pues si se toma alguna de las últimas, todos quedan al momento reducidos á cenizas. Acaso estas ideas tienen algun orígen; las contínuas guerras de que en antiguos tiempos ha sido teatro la Península, y principalmente la larguísima de los sarracenos y la expulsión de estos habrán sido causa de que algunos enterrasen sus riquezas, ó bien que al huir de los enemigos se ocultasen con ellas en las cuevas y breñas tan comunes en los países montuosos, donde su repentina aparición habrá asustado á los sencillos habitantes de los alrededores, y dado lugar á la idea de moros encantados, y el hallazgo de algunos intereses á la de los tesoros escondidos. Sea lo que quiera, á tal preocupación se debe el descubrimiento de las aguas de Lonjo. Algunos paisanos habían notado que en el extremo meridional de la Isla se sentía al pisarlo calor en la planta del pié: desde luego se les ocurrió la idea de tesoro escondido, guardado por un moro con una lanza de fuego, y se determinaron á buscarlo. Vinieron unos cuantos, hicieron una escavación y á poco tropezaron con un tesoro, no el que buscaban, sinó otro que puede ser de mayor precio: una agua muy caliente que les asustó, pues creyeron que era cosa del moro guardador. Muy pronto se divulgó lo ocurrido en la Isla, y un francés achacoso, que sin duda había usado en otros puntos baños minerales, quiso probar los termales de la Isla, y le surtieron buen efecto. Comunicó esta noticia á un curandero de aquellos lugares inmediatos llamado Mosquera, y le excitó á mandar allí algunos enfermos, con lo que se fué extendiendo cada vez más la nueva del hallazgo de las aguas minerales. Con la muerte de Mosquera quedaron olvidadas algunos años, y en 1830 un Cura-párroco, que recordaba las curaciones conseguidas con su uso, se fué hallá con un criado, que también estaba enfermo, y les probaron bien; desde entonces todos los años han ido algunos allí á tomar baños, pero su número se aumentó considerablemente hace tres ó cuatro, y en el que estamos hubo cientos de personas, y muchas fueron con órden de facultativos que prácticamente observaron su eficacia en la curación de ciertas dolencias.

Lo ocurrido en estos baños es un argumento fuertísimo contra los que sólo

ven en el uso de los minerales un pretexto para viajes y distracciones, á las que atribuyen sus resultados favorables. Es indudable que la variación de clima, los paseos, la sociedad que se reune en tales puntos y las comodidades, que en muchos de ellos se encuentran, contribuyen poderosamente y en muchos casos son la causa del alivio de varias enfermedades. ¿Y podrá atribuirse á esto el que han esperimentado muchos de los que han ido á la Isla de Loujo? Ciertamente que nó. En ella no hay una mala choza en que meterse, no hay un árbol bajo que guarecerse, no hay paseos, no hay distracciones y no una vez sola se han visto los enfermos sin pan para comer por no haber llegado á tiempo la lancha que desde Cambados, distante media legua, les lleva las provisiones. Hasta para tomar el baño se ven precisados á abrir en la peña un hoyo á manera de sepultura, que llenándose por su fondo del agua mineral les sirve para su uso. A pesar de esto el número de enfermos, que ansiosos de encontrar salud van á los baños de esta Isla se acrece continuamente, sin que pueda atribuirse tal concurrencia á elogios interesados ó noticias supuestas de sus virtudes, pues hasta ahora nadie hubo que en ello tuviese objeto particular.»

Desde el año 1841 las circunstancias han cambiado mucho: hoy día hay árboles, hay establecimiento balneario; los bañistas no se ven obligados á cavar hoyos para tomar baño. En la Toja no falta ni lo preciso ni lo supérfluo. Pero aún no ha alcanzado este establecimiento el porvenir que le espera. Afortunadamente para Galicia una Sociedad formada por personas de alta influencia y poder se ha hecho dueña de los manantiales introduciendo ya considerables mejoras y en breve el balneario de la Toja será conocido como uno de los mas importantes de España.

En cualquier punto del extremo S. de la Isla que se cave, dice mi padre en la Memoria antes citada, se tropieza con agua mineral. Sale ésta por entre las hendiduras del granito y sube hasta llenar el hoyo que se excavó estando siempre su superficie mas elevada que la del mar y sin variar con el flujo y reflujo de este. Las aguas son transparentes, sin olor ni color y de un gusto muy salado. Su temperatura varía en los diversos puntos donde se observa: el pozo en que se presenta mas caliente tiene el nombre de Burga y señalaba el 2 de septiembre (1841) 36°, siendo la temperatura del aire 21° y la del mar 15° 5. El 3 de septiembre del mismo año marcaba el pozo la Burga 33° vaciando el pozo y observando la temperatura del agua al nacer era de 46, 5°.»

Los manantiales que he analizado son dos, denominados «pozo la Burga» y «pozo Asunción.»

Análisis del manantial «La Burga»

El agua está contenida en un depósito de piedras y brota en el fondo del mismo, siendo extraída mediante una bomba para repartirla en las bañeras.

Casi siempre es turbia, debida á la acción del aire, que oxida las sales ferrosas y precipita compuestos férricos. Estos se acumulan en los sitios en donde está contenida, ó por donde circula, formando los llamados lodos ó barros, que tienen un color rojo algo amarillento. En la superficie del agua se ven de tiempo en tiempo romperse grandes burbujas de gases inodoros.

El sabor del agua es fuertemente salino, y con un deje ferruginoso. No tiene olor perceptible. La temperatura es variable, siendo mayor á medida que se extrae más agua del pozo. He obtenido en diferentes ensayos 50°, 54° y 55° C; pero en verano cuando por las necesidades del establecimiento se extraen grandes cantidades de agua, la temperatura se eleva á más de 60°.

Resúmen del análisis del agua del manantial «La Burga»

Temperatura	60°
Densidad	1'02109
Resíduo fijo á 160°	29'520

Gases que se desprenden expontáneamente

Anhídrico carbónico	50'34
Nitrógeno	49'66

Sales disueltas en un litro

Cloruro sódico	23'04959
Cloruro potásico	2'08872
Cloruro lítico	0'14236
Cloruro amónico	0'01711
Cloruro cálcico	2'39572
Cloruro magnésico	0'48169
Sulfato cálcico	0'46920
Sulfato estróncico	0'02785
Bicarbonato cálcico	0'55234
Bicarbonato ferroso	0'02648
Bicarbonato manganoso	0'00626
Bromuro sódico	0'07748
Arseniato sódico	0'00144
Silice	0'08592
Anhidrido carbónico libre	0'09582

Contiene además el agua pequeñas cantidades de yodo, cesio y rubidio.

Análisis del manantial «Asunción»

A la orilla del mar y en la parte Este de la Isla y distante unos 100 metros de La Burga hay otra fuente de agua mineral conocida con el nombre de «Asunción».

El agua brota verticalmente en la roca granítica acompañada de intermitentes desprendimientos de gases. Es transparente incolora, sin olor sensible y de un sabor enteramente análogo al de la Burga.

Entre las aguas de los dos manantiales hay sin embargo una diferencia notable, que ha motivado el análisis. Cuando el agua de la Burga se deja en contacto del aire, se enturbia rápidamente separándose compuestos férricos. El agua del manantial «Asunción» á pesar de su sabor ferruginoso, permanece transparente durante más de 20 horas.

Costó algun trabajo averiguar el por qué de estas diferencias, pues los reactivos indicaban gran analogía en su composición. El análisis cuantitativo es el que resolvió la dificultad señalando una proporción de ácido carbónico muy superior en el agua del manantial «Asunción», y esto unido á la temperatura inferior á la de la Burga, explica su mayor inalterabilidad. La temperatura del manantial «Asunción» era en 4 de enero del corriente año 32'4 siendo la del exterior 14°.

Resúmen del análisis del agua del manantial «Asunción»

Temperatura.	32'4
Densidad.	1'020643
Residuo fijo á 160°.	28'8380

Gases que se desprenden expontáneamente

Anhidrido carbónico.	24'28
Nitrógeno.	75'72 á 20° y 760 mm.

Sales disueltas en un litro

Cloruro sódico..	22'48076
Cloruro potásico.	2'13376
Cloruro lítico.	0'14423
Cloruro amónico.	0'03745
Cloruro cálcico.	2'17292
Cloruro magnésico.	0'68073
Sulfato cálcico..	0'57413
Sulfato estróncico.	0'02785
Bicarbonato cálcico.	0'51843

Bicarbonato ferroso.	0'03868
Bicarbonato manganoso.	0'00662
Bromuro sódico.	0'06979
Arseniato sódico.	0'00163
Silice.	0'07880
Anhídrico carbónico libre.	0'40701

Contiene además el agua pequeñas cantidades de yodo, cesio y rubidio.

Exámen de los lodos ó barros de las aguas de La Toja

Por todas partes en donde circula el agua ó en los depósitos en que está contenida, se forma un sedimento rojizo constituído principalmente por sales básicas de hierro. El oxígeno del aire por una parte, y la pérdida de ácido carbónico por otra, son la causa de la precipitación. He examinado este sedimento muy abundante en la Isla y que como es natural está mezclado en cantidades variables de tierra no teniendo una composición constante.

Para tener una idea aproximada de la composición de los lodos he analizado el sedimento compacto formado en una de las botellas en que me fueron enviados. Despues de decantar el líquído claro que sobrenadaba, se desecó el sedimento al aire y en él se determinaron los principales elementos por los métodos ordinarios del análisis químico. Para el arsénico se empleó el método de Fischer. No he lavado los lodos con agua destilada, pues el precipitado ferruginoso al ser lavado con agua pura pasa al través del filtro.

Composición de los lodos ó barros de La Toja

Oxido férrico..	17'50
Alumina	7'70
Cal.	2'15
Magnesia.	0'40
Anídrido carbónico..	1'45
Anídrido arsénico.	0'64
Síjice..	7'60
Manganeso. , ...	indicios
Resíduo insoluble, agua y elementos no determinados.	62'56
	100'00

La clasificación que se hacen de las aguas minerales, son mas ó menos arbitrarias y al querer aplicarlas de una manera rigurosa se tropieza con graves dificultades. Las aguas de La Toja pertenecen al grupo de las clorurado-sódico

termales; pero la importantísima proporción de litio, la gran cantidad de bromuro sódico, la existencia de varios centígrados de bicarbonato ferroso y la presencia del arsénico, le dan un carácter especial. Un nombre que indique los rasgos importantes de su mineralización, tiene que ser forzosamente largo. Estas aguas deben denominarse: aguas termales, clorurado, bromurado-sódicas, ferruginosas variedad lítico-arsenicales.

No es mi objeto el hacer un estudio comparativo de las aguas de La Toja y la de otros manantiales. Unicamente, como dato interesante, daré la cantidad de litio y de bromuro sódico contenido en algunos manantiales extrangeros de gran renombre:

Miligrámos de litio contenidos en 1 litro de agua

Karslbader Sprudel.	2'34 mg.
Kissingen, Rakvecy.	3'31 »
Marienbad, Ferdinand.	3'61 »
Bilin.	3'72 »
Baden bein Zürich..	4'30 »
Baden-Baden.	9'60 »
Krenznach, Elisabeth.	10'84 »
Baurbonne les Bains..	13'20 »
Aguas de la Toja.	23'56 y 23'87

Bromuro sódico en 1 litro de agua

Munster ain Stein..	0'076 gr.
Kreuznach, Victoriaquelle..	0'059 »
» Elisabethquelle.	0'050 »
Kreuz-kamp bei Lippstadt..	0'032 »
Oeynhausen-Rehme Bülowbrumen (schwere Soole)	0'012 »
Nauheim, Friedrich-Wihelm-Sprudel No. 12. . .	0'009 »
» , grosser Sprudel No. 7..	0'007 »
» , kleiner Sprudel No. 11.	0'005 »
Oinhausen-Rehme, Thermalsoole.	0'005 »
» » , Bohrloch III	0'004 »
» » , Bohrloch II..	0'003 »
Sulza, Beustquelle.	indicios
Bourbonne (bain civites).	0'064
Heilbrum.	0'032 »
Aguas de la Toja..	0'077 y 0'069

Una de las cuestiones todavía muy oscura en la Ciencia es el orígen y mine-

ralización de las aguas termales. En su gran mayoría están formadas por aguas potables que penetrando en el interior se cargan de elementos que disuelven en las capas por donde circulan. Las aguas minerales de la Toja es muy probable que deban su orígen al agua del mar; penetrando ésta en el interior de la tierra y actuando á gran presión y temperatura sobre las micas, tan abundantes en los terrenos primitivos de la provincia de Pontevedra, disolverá la litina y los interesantes elementos cesio y rubidio, y pasando después por capas ferruginosas el hierro y el arsénico transformados en combinaciones soluble.

24 APR 1995

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 7

JUICIO CRÍTICO

DE LOS

OBSERVATORIOS MODERNOS

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en marzo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 7

JUICIO CRÍTICO

DE LOS

OBSERVATORIOS MODERNOS

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en marzo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

JUICIO CRÍTICO DE LOS OBSERVATORIOS MODERNOS

Discurso leído por el Académico

D. José Comas y Solá

en la sesión pública inaugural de 27 de octubre de 1904

Excmos. Sres:

Señores:

El reglamento de esta Real Academia de Ciencias, por una parte, y por otra, los buenos deseos de mis queridos compañeros de la Sección de Ciencias matemáticas me han obligado á aceptar el alto honor de leer el discurso inaugural del año académico de 1904-1905. Confieso que me veo muy débil para satisfacer como deseo y merecen á cuantas personas me honran escuchándome. Por lo demás, no puedo, en tan solemne acto, leer una corta nota de investigación científica, nada amena por la común y destinada á la consulta del que se ocupa en especializar una cuestión científica. Es preciso en tales circunstancias, en obsequio al muy distinguido auditorio en este momento congregado en el salón de actos de la Academia, cuya atención inmerecida para conmigo agradezco en el alma, tratar un asunto de carácter general, lo más interesante posible, pero de índole descriptiva. Ante este forzoso dilema, creo que en estos instantes, nada más oportuno, en atención á que nuestra Academia está terminando la erección de un soberbio Observatorio Astronómico y Meteorológico en Barcelona, que decir algunas palabras, aunque poco originales sin duda, sobre la misión que, en conformidad con las modernas tendencias científicas, debe desempeñar un establecimiento de esta clase, en su acepción más amplia.

Porque, Señores, como indudablemente no ignorais, lo que ayer eran aspiraciones que abrigaba esta Academia, hoy son realidades, y justo es que, ante tales realidades, rindamos públicamente un homenaje de gratitud á quien lo merece y que demos cuenta solemnemente de nuestros proyectos, de su realización y de su porvenir.

No pretendo ser filósofo ni humanista. Pero es innegable que en el torbellino de la vida moderna, que en la lucha feroz que sostiene al hombre por su existencia, debe existir y existe un algo más en nuestro espíritu que esta simple lucha por la vida; un algo más que constituye la diferencia característica que separa al hombre de los demás seres de la escala zoológica. Y esta característica es como un eco de la divinidad, eco del sublime pensamiento viviente que, según Schiller, actúa muy por encima del Tiempo y del Espacio, eco que nos hace experimentar

sentimientos tan hermosos como la devoción y la admiración por lo bello y por lo grande. Quitadle al hombre estos sentimientos puros y elevados, y queda transformado en un organismo que no ofrece otro interés que el de su anatomía y fisiología comparadas.

El progreso de la humanidad es y debe ser eminentemente cerebral, en su sentido más complejo. Y desde este punto de vista, las Ciencias todas deben de ser objeto de preferente atención, si queremos vivir. La Ciencia, en su concepto más ámplio ofrece dos puntos de vista que en principio, encarnan todo el progreso, conforme lo debemos considerar. Por el estudio especulativo, de orden estrictamente espiritual de los fenómenos de la Naturaleza, el hombre levanta poco á poco el velo que oculta todavía infinito misterio, y cada día vislumbramos nuevos horizontes de sublime belleza que nos obligan á que nos humillemos ante la Fuerza Suprema que regula el Infinito y la Eternidad. Por otra parte, de estas mismas enseñanzas deducimos consecuencias que aplicamos en el acto á nuestra vida material y por las cuales logramos ventajas enormes en beneficio del bienestar general del hombre.

Podría citar centenares de ejemplos que corroboran lo dicho, pero que omito porque están en la conciencia de mi distinguido auditorio y porque, de hacerlo, me saldría del marco en que debo encuadrar mi discurso. Me limitaré á un solo ejemplo: á la Astronomía principalmente y á las ciencias especiales que con ella se relacionan.

La Astronomía es, Señores ¿por qué no decirlo? la ciencia de menos aplicaciones prácticas. Quizás no falte quien censure mi acritud al hacer tal afirmación y por haberme salido de aquellos antiguos moldes en que cada científico afirmaba que la ciencia por él profesada era la más útil y la más necesaria. Pero nada me costaría demostrar que para la marcha general y material de la humanidad poco importa que Júpiter sea 1000 ó 2000 veces más voluminoso que la Tierra, ó que haya aparecido una estrella nueva en la constelación de Perseo, como tampoco me costaría nada poner de manifiesto que la celebridad de la estrella Polar, de la tan poetizada estrella del Norte, no reconoce otro orígen que su clásica utilidad para marcar el rumbo de los buques de mercancías.

Pero ¡ah!, señores, encima de esta materialidad deprimente hay otro sentimiento, el primero de que os he hablado más arriba, que haciendo caso omiso de lo que puede afectar á nuestros goces materiales, se interesa muy mucho por los descubrimientos científicos, que no le pasan por alto las veces que Júpiter es mayor que la Tierra; que le emociona la aparición casi instantánea de una estrella en el Cielo; como al químico verdad le substrae el descubrimiento del argón sin preocuparse de las aplicaciones que puede tener; como el matemático goza inefablemente con el estudio de nuevas funciones de estériles rendimientos materiales; en fin, como el literato y el artista quedan absortos ante la lectura ó contemplación de una obra que por su factura y su sentimiento les arroba el alma. ¿Y á qué obedecen tales sentimientos, que por desgracia no son propiedad de

todo el mundo? Indudablemente á una intrínseca superioridad del espíritu del que los siente.

Y ahora, sí me atreveré á decir, aunque parezca que vuelvo á los antiguos moldes de que me salí antes, que la Astronomía desde el punto de vista intelectual y moral es superior á todas las demás Ciencias, aun cuando entre éstas las hay de incalculable importancia por todos conceptos. No tengo que definir aquí la Astronomía: es sencillamente la síntesis suprema de lo existente. Me atreveré á decir que todas las Ciencias naturales, no son mas que especializaciones de la Astronomía. Es ésta la Ciencia del Espacio, del Tiempo, de la Materia y de la Vida. Es, como decía Laplace, el más bello monumento del espíritu humano y el más noble título de su inteligencia. Es la Ciencia que comprende los dos problemas, cuyo sólo enunciado nos produce vértigo, y que se reducen á la resolución del *más allá* y del *por qué*. Es la Ciencia, en fin, que conmoviendo las almas las sanea, las ennoblece, y las acerca á Dios. Bendigamos la Ciencia del Cielo que dilata nuestra vida consciente hasta los confines del Universo visible y hasta el infinito del tiempo. Amémosla y divulguémosla para levantar nuestra alma y la de nuestros semejantes. Olvidemos por un momento el materialismo de la vida y hagamos nuestro sacrificio en aras de la admiración á Dios y del amor al prójimo.

No me detendré en reseñar la finalidad y constitución de los primitivos Observatorios, ó establecimientos destinados al estudio del Cielo, sumamente defectuosos, pero en los cuales el hombre ya demostró que había germinado en su mente, muchos siglos atrás, la natural curiosidad de conocer su situación en el conjunto de lo existente, cuando, por primera vez, abrió los ojos á la razón consciente. Concretémonos á los Observatorios modernos, entendiendo por modernos los que se fundaron después del descubrimiento del telescopio, porque antes de la invención de este instrumento sorprendente, los mejores aparatos astronómicos se reducían á círculos graduados con alidadas, destinados principalmente á medir ángulos á fin de fijar aproximadamente la posición de los astros, estudiar sus movimientos y determinar la posición de los círculos celestes más importantes, como la eclíptica y el ecuador, puntos notables de la eclíptica, etc., lo cual en último resultado no pasaba de ser una tosca Astronomía esférica, que, como á tal, no daba idea ni de los verdaderos movimientos de los astros, ni de las dimensiones del Universo. Pero al calificar de toscos aquellos antiguos trabajos no lo hago con carácter de desprecio ó de desdén. Muy al contrario. Precisamente existen trabajos astronómicos efectuados sin instrumentos ópticos dignos de la mayor admiración. Aparte de las observaciones notabilísimas de los árabes, que fueron la base de nuestras famosas Tablas Alfonsinas, tenemos, entre otros, las inmortales observaciones de Tycho-Brae, que permitieron el descubrimiento de las principales desigualdades del movimiento de la Luna; tenemos los trabajos del gran Kepler, que fundándose en observaciones propias y de otros astrónomos formó sus admirables Tablas Rudolfinas, descubrió sus tres célebres leyes (las cuales á mi entender son la manifestación más grandiosa que existe del genio del hombre)

y aun se permitió escribir conceptos fantasistas, pero muy geniales, sobre la harmonía de las esferas, fundada en el ritmo de sus movimientos.

Por rara fortuna, reuniéronse á finales del siglo XVII diferentes circunstancias que contribuyeron á fundar de una vez la nueva Astronomía, la Astronomía real. Se encadenaron, por una parte, los génios de Copérnico, Kepler, Tycho-Brae, Galileo, Huygens y Newton; mientras, por otra, el descubrimiento del maravilloso telescopio, efectuado, al parecer, por Lippersey, de Middelburgo, á principios del siglo XVII, instrumento que con modificaciones ó sin ellas, y colocado en manos primero del propio Galileo y después de los Fontana, Riccioli, Hevelio, Campani, Zucchi, Reinieri y el gran Cassini, permitió que se acumularan materiales para edificar el basamento inquebrantable de la llamada más tarde Astronomía física.

No obstante, en las obras humanas no hay en realidad cambios bruscos, sino lentas evoluciones. Por esta razón, aun cuando la Astronomía física quedaba fundada, aun cuando se comenzara á conocer la inmensidad del Universo y de nuestro sistema planetario, aunque la humanidad se sentía sacudida por trascendentales descubrimientos, los Observatorios del siglo XVII continuaban siendo principalmente consagrados á la Astronomía esférica. En parte, debíase este hecho, como queda dicho, á la rutina, y en parte también á la importancia que tales estudios representaban en la navegación. Podríamos decir que fué una de las pocas excepciones á esta ley común el genial fundador y primer director del Observatorio de París, Juan Domingo Cassini, bajo el reinado de Luis XIV, ejemplo que luego fué seguido por otros astrónomos, que ya hicieron uso en aquella época de anteojos de larguísima distancia focal, aunque de pequeño diámetro, para el estudio de los astros, dimensiones verdaderamente estupendas, que aunque presentaban muchos inconvenientes en la práctica tendían á atenuar el cromatismo de los objetivos simples entonces usados, cuya corrección práctica no se introdujo hasta mediados del siglo XVIII, después de los trabajos del óptico inglés Dollond.

Durante las primeras dos terceras partes del siglo XVIII, los Observatorios estaban casi exclusivamente dedicados á las observaciones de posiciones y movimientos de los astros con el auxilio de cuadrantes, círculos murales y anteojos meridianos, destinadas á la confección principalmente de efemérides astronómicos para la navegación y la geografía. La nueva Astronomía estaba en verdad fundada, según he dicho, pero era aun una ciencia, por lo general, raquítica, que no llegaba al alma; que se limitaba á manosear sobadas fórmulas de trigonometría, pero que no mostraba empuje bajo ningún concepto.

Fué necesario otro impulso providencial, y éste tuvo lugar á fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX: sus principales protagonistas fueron Guillermo Herchel, que sondea por primera vez el Universo; y Laplace, que funda la Mecánica celeste, iniciada por Newton. Alrededor de estas dos estrellas de primera magnitud, brillan con imperecederos fulgores los Piazzi, Schreter, Wilson,

Arago, de una parte, y los Euler, Pingré, Clairaut, Lagrange, Lalande, de otra, constituyendo dos ejércitos del progreso astronómico en que el uno estudia y analiza la constitución de los astros y el otro somete al cálculo matemático el movimiento de los mismos y calcula sus dimensiones, masas y distancias.

Desde aquella época, la Astronomía queda francamente dividida en tres ramas ó especialidades: la Astronomía clásica, que podríamos llamar esférica ó trigonométrica, sobre la cual he apuntado algunos conceptos; la Astronomía física y química, que se propone estudiar los astros considerados en sí mismos y descubrir la constitución general del Universo; y, en fin, la Astronomía mecánica ó matemática, para la cual los astros no son mas que puntos materiales de cierta masa y sometidos á múltiples fuerzas. Aun cuando estas tres ramas de la Astronomía tienen muchos puntos de contacto y de penetración, sus campos aparecen bien deslindados, y en consecuencia los Observatorios modernos se han orientado en uno y otro sentido.

A pesar de los insuperables trabajos del gran Guillermo Herschel, no por ello cejaron en sus tradiciones muchos astrónomos y muchos Observatorios, impuestos por el *triomphe du chiffre*. La ciencia oficial, sobre todo la que repudiaba obstinadamente todo aquello que no constituía servicios reglamentados y remunerados por el Estado, no podía aceptar la influencia de los trabajos y tendencias de los aficionados (porque aficionado fué en toda su vida Herschel y tantos otros eminentes astrónomos); no podía aquel nuevo empuje de los espíritus independientes salvar las vallas de los Observatorios clásicos, para cuyos astrónomos, en su mayoría, no había más ciencia que leer círculos graduados, calcular efemérides y determinar errores de colimación, es decir, cumplir estrictamente con su deber y nada más. Inmortales entusiastas por la Astronomía, como los Herschel, los Schroeter y sus émulos, en el fondo fueron siempre desdeñados por los que no sabían apartar la atención del círculo mural. Y esta influencia perniciosa la sufrieron hasta espíritus superiores. Buen ejemplo de ello son, entre otros, Delambre, el insigne matemático, que afirmaba que las manchas del Sol no merecían más que una mirada en toda la vida; Biot, que en su voluminosa obra que lleva por título «Astronomía física» dedica poquísimas páginas á la Astronomía propiamente física. Más modernamente, el mismo Dubois, en su buen tratado didáctico de Astronomía general, llena muy contadas páginas de Astronomía física, á la que acompañan risibles grabados.

Los Observatorios se resintieron de este criterio especial de la mayoría de los astrónomos; se fijó casi toda la atención á los aparatos de medida, y oficialmente no se ocupó casi nadie del estudio real del Cielo. Los más grandes telescopios se debían á la liberalidad de ricos aficionados, y así vemos que se construyen á principios del siglo XIX los famosos Observatorios de lord Rosse, en Parsontwon; el de Newall, en Newcastle, etc., que tantos días de gloria han dado á la Ciencia de los astros.

Afortunadamente, se sucedieron y se suceden hombres eminentes que poco

á poco tienden á modificar el cerrado criterio que ha imperado en el siglo décimo noveno. Francisco Arago, en sus memorables conferencias de Astronomía popular, dadas en el Observatorio de París, y en su preciosa obra titulada *Tratado de Astronomía popular,* suprimiendo caducos reparos de una ciencia raquítica y endiosada, bajaba hasta el pueblo, sin menospreciar ninguna rama de la Astronomía, y despertaba en el espíritu de sus semejantes la admiración por las bellezas celestes y abría en todos los corazones el entusiasmo científico por los grandes espectáculos que nos ofrece el cielo.

Aunque no con tan popular carácter, pero si impulsando enormemente á los espíritus excesivamente pasivos en su mayoría que constituían el personal del célebre Observatorio de Dorpat, su director, el gran Guillermo Struve, despertó entusiasmo por sus nuevas tendencias, dando el mismo Struve el ejemplo con los hermosos trabajos que llevó á cabo valiéndose del que fué famoso ecuatorial de Dorpat.

Otro inolvidable adalid de esas nuevas corrientes fué el P. Secchi, que tan hermosas investigaciones realizó en el Observatorio del Colegio Romano referentes al estudio del Sol y á espectrocopía astronómica, apartándose con ello del trabajo reposado y ordinario de la mayoría de los demás Observatorios. Y ahora que hablo accidentalmente de espectroscopía, haré observar que esta nueva y trascendental rama de la Ciencia del Cielo ha sido otro poderoso factor para convencer á los más recalcitrantes que es indispensable, que se impone también el estudio de los astros por si mismos, si tratamos de alcanzar la final aspiración de la Astronomía.

Pero no es sólo la espectroscopía una auxiliar de incalculable valor para el estudio de los astros, y que hoy ha adquirido una importancia enorme, sino que se le ha añadido en nuestros tiempos otra poderosa palanca á la Astronomía física: me refiero á las no menos importantes aplicaciones de la fotografía.

No me propongo, Señores, ni podría siquiera con el poco tiempo de que puedo disponer, dar un esbozo de la importancia inmensa y cada día creciente que por todos conceptos presentan hoy, en Astronomía, los auxilios del espectroscopio y de la placa fotográfica. Solo como símbolo de su colosal importancia citaré algunos de los nombres, bien famosos, de sus principales cultivadores, tales como: Lockyer, Janssen, Pickering, Deslandres, Vogel, los hermanos Henry, Wilson, Roberts, Ritchey, etc., nombres á los cuales van unidos los más inmarcesibles títulos de gloria, los más hermosos descubrimientos.

¿Pero creeréis, Señores, que hoy, á pesar de tan grandes conquistas, en estos momentos, han terminado, ó están pronto á terminar los prejuicios de los medidores de ángulos, mejor dicho de los exclusivistas? Muy lejos de ello. Todavía entre buena parte de los astrónomos que trabajan en los Observatorios oficiales se sufren influencias atávicas, y no se admite más astronomía que la que ellos practican. Y los propios Observatorios oficiales se resienten de estas

tendencias. Véase sino cuales son los más grandes observatorios del mundo, los que han procurado ponerse en harmonía con las modernas tendencias, y han obtenido los mayores rendimientos científicos.

Si exceptuamos los Observatorios de Meudon, de Potsdam, de Heidelberg, etc., en donde imperan espíritus tan amplios como los de Janssen, Deslandres, Scheiner, Max Wolf, etc., apenas si encontraríamos otros grandes Observatorios que los particulares ó de iniciativa particular. Buenos ejemplos son el de Niza, debido á la munificencia de Bischoffsheim; el de Lick, en los Estados-Unidos del Norte de América, y que lleva el nombre de su fundador; el inmenso Observatorio establecido cerca de Chicago y debido á la liberalidad de otro norte-americano, Mr. Yerkes, y en el cual está instalado el mayor ecuatorial del mundo; el de otro norte-americano Mr. Lowell, construído en una cumbre del Arizona, etc. A estos grandes Observatorios de iniciativa particular se debe el descubrimiento del 5.° satélite de Júpiter; el descubrimiento espectroscópico de estrellas dobles de período cortísimo, fundado en el procedimiento de Doppler-Fizeau y que nos abre un campo de descubrimientos y de resultados inauditos; en fin, á estos grandes Observatorios particulares, donde se da entera libertad á las iniciativas de los astrónomos que en ellos trabajan, se deben las magníficas fotografías celestes, que al propio tiempo que representan un deliquio inefable para el alma contemplativa, nos descubren la constitución íntima de las nebulosas, nos revelan la existencia de centenares de nuevos variables, rama de la Astronomía moderna de incalculable importancia científica, nos sintetizan, si vale palabra, la arquitectura del Universo y nos descubren evoluciones y hecatombes cósmicas, como las que aparecen en los maravillosos clichés obtenidos por Richtey de la nebulosa que se expansionó de la célebre Nova Persei de 1902.

Pero seamos justos y afirmemos que, por fortuna, no todos los astrónomos oficiales se limitan á leer círculos graduados y á llenar carnets de números, por más que este trabajo sea indispensable. También hay astrónomos oficiales tan distinguidos como M. Loewy, director actual del Observatorio de París, á quien se debe la iniciación y ejecución del Atlas fotográfico de la Luna, por medio del gran ecuatorial *coudé* de 60 centímetros, en compañía de M. Puiseux; á Max Wolf, ya citado, el eminente astrónomo del Observatorio de Heidelberg, que fotográficamente y por medio de la visión estereoscópica ha descubierto él solo más de 100 asteroides, es decir, tantos como los que se descubrieron en todo el mundo durante los primeros 50 años después del descubrimiento de Ceres efectuado por Piazzi; al insigne Belopolsky, del Observatorio de Pulkova, que con admirable ardor estudia la rotación de los planetas por el procedimiento espectroscópico; al famoso miembro corresponsal de nuestra Academia, señor Schiaparelli, que no vaciló en dedicar durante muchos años el ecuatorial del Observatorio del Palacio de Brera, de Milán, cuando era su director, al estudio minucioso de la topografía de nuestro vecino planeta Marte.

En fin, seamos eclécticos y afirmemos que la Astronomía necesita de todos,

que la Ciencia de los astros, como todas las demás ciencias, debe ser completa y por consiguiente objeto de especialización y que esta especialización astronómica en sus líneas generales es triple, en conformidad con lo dicho más arriba, es decir, que debe referirse á Astronomía esférica, Astronomía física y Mecánica celeste.

Veamos, atendidas estas consideraciones, cuales deben ser los elementos con que debe contar un Observatorio moderno y completo.

Es evidente que la determinación precisa de las posiciones de los astros es una cuestión fundamental é indispensable. Es el único modo de llegar al conocimiento de sus movimientos, de las formas y posiciones de sus órbitas, de efectuar cálculo de efemérides. Constituye este trabajo los prolegómenos de la Astronomía física y los datos en que se apoyarán los cálculos de la Mecánica celeste. Es, pues, el estudio ó determinación de las posiciones de los astros y la observación de las horas en que ocurren ciertos fenómenos un trabajo ineludible en un Observatorio completo. Por esta razón, es indispensable el círculo meridiano, el péndulo sideral y el ecuatorial, pequeño ó grande, provisto de un buen micrómetro. Pero no termina aquí la finalidad de un Observatorio que trate de investigar la verdad completa, ó contribuir, cuando menos, á que nos acerquemos á ella en el campo infinito de lo desconocido. Es preciso estudiar los astros por si mismos, y al efecto, es necesario un ecuatorial, reflector ó refractor, lo mayor posible; un aparato fotográfico montado en este mismo ecuatorial ó en otra disposición apropiada y de gran potencia ó luminosidad; en fin, se requieren espectroscopios dispuestos de la mejor manera posible, aparte de los aparatos secundarios que sugiere la iniciativa ó el criterio de quien dirige ó trabaja en el Observatorio. Por lo que respecta á la Mecánica celeste, no es ésta materia propia de Observatorio; es trabajo simplemente de gabinete. La Mecánica celeste es una ciencia eminentemente matemática. Aunque empírica en algunas de sus partes, es en el fondo la Mecánica racional aplicada á la dinámica de los astros. Hoy, por efecto de la especialización, quien se ocupa profundamente de Mecánica celeste no es un astrónomo, es un matemático; para él no existen astros: solamente puntos materiales y centros de fuerza.

La especialización está clarísima, aun cuando dentro de estas grandes divisiones hay innumerables sub-especializaciones, dado el grado enorme de progreso y extensión que ha alcanzado en la actualidad la Ciencia astronómica.

La confusión de estas especializaciones ha ocasionado tantas desventajas á la Ciencia como los prejuicios de que me he ocupado antes, sustentados por muchos astrónomos. Un buen ejemplo de lo mismo es el caso del eminente Leverrier, cuando desempeñó el cargo de director del Observatorio de París, después de su brillante descubrimiento de Neptuno, que efectuó sobre el papel, con el sólo auxilio del cálculo, y que produjo, con justicia, sensación en todo el mundo. Leverrier no era astrónomo, era matemático á secas. No sentía la finalidad de la Astronomía, y por lo tanto desconocía y detestaba el trabajo de

observación directa. Por esta causa principalmente, su paso en la dirección del Observatorio de París fué un desastre por todos conceptos. Otros casos podría citar y que demuestran cuan equivocado es el concepto que tienen muchos hombres de ciencia de los fines á que debe responder un Observatorio moderno, es decir, un Observatorio completo y con tendencias abiertamente progresivas.

La especialización ó la división razonada del trabajo se impone más cada día en el estudio de todas las ciencias, y á mi entender se comete hasta un error al poner bajo una dirección común y directa un Observatorio que es á la vez astronómico y meteorológico. En la actualidad, sin embargo, la mayoría de los Observatorios son astronómicos y meteorológicos; no voy á discutir la conveniencia de reunir en un mismo establecimiento esta doble finalidad, conveniencia que algunas veces es de mucha utilidad. Solo diré que hoy parece más bien acentuarse la tendencia á montar grandes Observatorios destinados exclusivamente á la Meteorología unos, y otros á la Astronomía.

En resúmen, los Observatorios, esos centinelas avanzados de la Tierra, que sondean y analizan el Universo, deben ser considerados, aparte de sus servicios de uso práctico, como son la determinación de la hora, la confección de efemérides, etc., como templos dedicados al estudio y á la admiración del Cielo, á fin de adquirir nuevos conocimientos, que pueden ser útiles á las demás ciencias, y contribuir á esclarecer el problema infinito que palpita en lo más hondo de la Naturaleza. La Matemática es la sublimación más admirable de nuestra inteligencia, pero no es la finalidad que persigue la Astronomía; la Matemática es la herramienta indispensable para alcanzar las grandes verdades astronómicas.

Y aquí, Señores, me permitiré, como conclusión lógica de este trabajo, exponer en pocas palabras, algo de lo hecho en este sentido en el seno de nuestra Academia.

La creación de un Observatorio astronómico y meteorológico de primer orden fué en esta casa, como he dicho al principio, una aspiración acariciada desde hace más de veinte años; desde el momento en que la importancia de nuestra capital y los progresos de la Ciencia exigían la erección de un establecimiento dedicado á las investigaciones científico-especulativas y prácticas del Cielo y al estudio sistemático de la atmósfera y del suelo. Pero la aspiración no pasaba jamás de tal, porque en la práctica de la vida es imposible prescindir del factor dinero, y la Academia, como tantos otros centros científicos de nuestro país y de fuera, sufrió durante larguísimo tiempo las inclemencias de la pobreza. Y así seguiría aún todo si, en estos últimos años, no hubiese brotado del espíritu de un ilustre patricio barcelonés la hermosa inspiración de prestar sus auxilios á esta Academia para la fundación del tan deseado Observatorio.

En efecto, el benemérito y malogrado don Camilo Fabra, se dignó, en 1900, hacer entrega á esta Academia de una cantidad respetable para que inmediatamente se construyera un Observatorio astronómico y meteorológico en la vecina cordillera del Tibidabo, poniendo el Observatorio bajo los cuidados y dirección

de esta Academia. Nuestra corporación acogió con júbilo este hermoso desprendimiento por la Ciencia, y agradeció debidamente y agradecerá siempre este acto que enaltece la memoria de don Camilo Fabra, colocándole entre uno de los más bellos ejemplos de amor al progreso, tanto más bello cuanto tan raros son estos casos en la humanidad y más en España; acto, además, que debe constituir un timbre de gloria para Barcelona y la Academia y un monumento imperecedero de cultura y de trabajo y de elevación de los espíritus hácia el bien, porque, Señores, nuestra alma con la contemplación y admiración sincera de lo creado, se fortifica y se sanea, como se fortifica y se sanea nuestro cuerpo subiendo por los riscos y montañas, muy por encima de la bruma espesa y asfixiante que cubre la baja tierra.

Nuestra Academia puso todos sus esfuerzos para cumplir debidamente la delicada é importante misión que le confió aquel ilustre catalán. Todos los individuos de esta Corporación han coadyuvado en la realización de dicha empresa, pero no puedo menos de señalar aquí muy especialmente al Sr. Presidente de la Academia, D. Silvino Thós y Codina, que ha dado muestras innumerables de amor al Observatorio como á un hijo querido, y á don José Doménech y Estapá, que como arquitecto se ha desvelado por crear una verdadera obra artística y que respondiera á los á fines que se la dedicaba. Por mi parte, como astrónomo asesor, cargo con que me distinguió esta Academia, y más tarde como Director del Observatorio, es lógico que no debo juzgarme. Pero sí creo haber cumplido y cumplir con mi deber dentro de la esfera de mis esfuerzos; cúlpese á mi falta de energías y de alcances las imperfecciones que en el terreno científico pueda adolecer el Observatorio.

Este establecimiento, que por unanimidad acordó la Academia denominarle Observatorio Fabra, como recuerdo perenne de su benemérito fundador, está instalado no en la cumbre del Tibidabo, sitio nada apropiado para un Observatorio de esta clase, por efecto de las trepidaciones del electro-motor del Funicular, de las muchas y altas construcciones emplazadas en aquel punto y por las frecuentes nieblas que en dicha cumbre se forman, sino en un montículo avanzado de la montaña, hacia Barcelona, en una especie de contrafuerte de la cordillera, desde cuya cumbre se divisa un horizonte inmenso y despejado, que se extiende hacia levante, mediodía y poniente; quedando solamente en la parte norte una región de cielo cubierta por la montaña de azimut poco extenso y de altura que no pasa de 9°, región de cielo en la que jamás se efectúa observación astronómica alguna.

El Observatorio Fabra empezó á construirse en 1902. Hoy, aun cuando está muy avanzado, dista mucho de ser completo todavía, sobre todo en instrumentos. Pero nos cabe la satisfacción de afirmar que si hoy no es completo lo será muy próximamente.

En efecto, desde un principio se encargó la construcción de un gran ecuatorial astro-fotográfico, ó doble, de 38cm. de abertura, al reputado constructor

del Observatorio de París y otros Observatorios franceses, Mr. Mailhat. Este ecuatorial, siguiendo el criterio expuesto más arriba y en harmonía con los modernos progresos de la Astronomía, se procuró que, al propio tiempo que sirviera para la observación visual y para estudios micrométricos ó de Astronomía de precisión, pudiera aplicarse también á la fotografía celeste, construyéndolo por tanto de dos tubos montados sobre un mismo pié paralláctico. Tanto visual como fotográficamente, es el ecuatorial del Observatorio Fabra el mayor de España. En sus condiciones mecánicas ofrece notables perfeccionamientos debidos á los consejos preclaros de hombres tan ilustres como Callandrean (fallecido recientemente), miembro del Instituto de Francia y profesor de la Escuela Politécnica; Mr. Wolf, astrónomo honorario del Observatorio de París, y Mr. Bigourdan, distinguido astrónomo del propio establecimiento. Las condiciones ópticas son mucho más que satisfactorias. Su poder de definición y desdoblamiento es comparable al de los mayores ecuatoriales del extranjero. El objetivo fotográfico supera de 4 cm. en diámetro al ecuatorial tipo adoptado en el congreso astronómico-fotográfico de París, para la fotografía general del Cielo. Este ecuatorial está cobijado por una cúpula metálica giratoria de 10 metros de diámetro y de movimiento extremadamente suave.

El campo de acción de este instrumento es muy grande. Puede aplicarse á la fotografía detallada de todos los astros y á la determinación sobre los clisés de las posiciones de los objetos fotografiados; á la fotografía y descubrimiento de estrellas variables, que es una de las cuestiones, repito, más importantes de la moderna Astronomía. A este mismo objetivo fotográfico se le aplicará muy pronto un espectroscopio para el estudio directo de las protuberancias solares. El tubo visual puede emplearse para el estudio físico de los astros y muy especialmente para efectuar medidas micrométricas y determinar ángulos de posición, diámetros aparentes de astros, medidas diferenciales de posición, de distancias y ángulos de estrellas dobles; etc.

A este mismo ecuatorial se le aplicará una cámara fotográfica con objetivo de 16cm. de diámetro para la fotografía de grandes extensiones de Cielo con largas exposiciones, pudiendo aplicarse sus clisés al estudio de la estructura del Universo y al descubrimiento de nuevos astros por el procedimiento estereoscópico, de trazo ó de comparación.

Decía más arriba que el Observatorio Fabra todavía no está completo, pero que podemos afirmar que lo será. En efecto, se está terminando la construcción de un gran círculo meridiano, que se debe á la munificencia de nuestra Diputación Provincial, corporación que ha dado ya repetidas muestras de simpatía al Observatorio Fabra. Este círculo meridiano, construído por Mailhat, es del mismo tipo del gran círculo meridiano del Observatorio de París, pero con perfeccionamientos especiales debidos á las instrucciones luminosas de M. Lippmann, el eminente físico, ex-presidente de la Academia de Ciencias de París, lo propio que á M. Maurice Loewy, Director del Observatorio de París. Gracias sean dadas

mil veces á tan insignes autoridades científicas por haber coadyuvado con sus conocimientos, su talento y su práctica á perfeccionar los instrumentos de nuestro Observatorio. Este círculo meridiano es igualmente el mayor de España y apenas si lo supera ninguno en el extranjero. El diámetro del objetivo es de $20^{cm.}$; sus círculos divididos miden $80^{cm.}$ y cuenta con 12 microscopios micrométricos.

A parte de otros instrumentos astronómicos secundarios con que va á enriquecerse el Observatorio Fabra, se completará también la instalación meteorológica, gracias á la munificencia científica del Ayuntamiento de Barcelona. En efecto, van llegando en la actualidad, de la casa Jules Richard de París, gran número de aparatos registradores, tales como barómetros, termómetros, psicrómetros, higrómetros, estatoscopio, pluviómetro de balanza, evaporómetro, heliógrafo, etc. Cuenta ya el Observatorio con instrumentos meteorológicos tipos, y variados como son el barómetro de mercurio, termómetros de todas clases, psicrómetro, nefoscopio, etc. En construcción está también un gran anemómetro de Bourdon, que registrará simultáneamente la velocidad instantánea del viento y su dirección; va á completarse, en fin, la meteorología exógena con aparatos para el estudio de la electricidad atmosférica, como el electrómetro registrador de Mascart.

Por último, tampoco se ha olvidado la Meteorología endógena ó sea el estudio de los fenómenos sísmicos. A este objeto, el conocido constructor Sr. Luigi Fascianelli, de la Universidad de Roma, termina en estos momentos un sismógrafo de dos componentes horizontales de Agemenonne, otro sismógrafo también de dos componentes horizontales de Cancani; un aparato sismoscópico de Agamennon para señalar los movimientos ondulatorios y subsultorios del suelo, con reloj sísmico para marcar el momento en que empieza la tempestad subterránea; en fin, el sabio sismólogo Vicentini, de la Universidad de Pádua dirige la construcción de un microsismógrafo de tres componentes ideados por él, por medio del cual se puede reconstituir, estudiando las diagramas, los movimientos efectuados en el espacio por un punto de la corteza terrestre en los momentos de una crísis endógena.

Era ya hora de que supiéramos á qué atenernos sobre las tempestades del subsuelo de nuestra región, y especialmente de Barcelona, y no continuar la estadística ridícula, (si estadística puede llamarse) de media docena de terremotos que cada cual aprecia á su manera y cuyas circunstancias confiamos á la memoria. Y nuestra región es importante desde este punto de vista, no precisamente por la intensidad de los terremotos, que afortunadamente son escasos y de poca intensidad en nuestra zona, sino porque completaremos, por medio de una nueva instalación sísmica, muchos de los datos que hacen falta en el estudio sísmico general de la cuenca mediterránea, importancia tanto mayor cuanto nos encontramos próximos á un distrito volcánico reciente de grandísima importancia, cual es el que tiene por centro la comarca de Olot.

La disposición general del Observatorio Fabra tengo la satisfacción de mani-

festar que ha merecido los mayores plácemes de las principales autoridades en la materia. Ahi están, como comprobantes, las laudatorias cartas y muestras de afecto, que agradezco profundamente, de personas tan distinguidas como don Francisco Iñiguez, director del Observatorio de Madrid, don Tomás de Azcárate, director del Observatorio de San Fernando. el P. Cirera, director del Observatorio del Ebro; el P. Granero, ex-director del Observatorio de Granada, y el P. Mier Terán, actual director del mismo; el P. Angel Rodriguez Prada, director del Observatorio del Vaticano ó Specula Vaticana; M. Maurice Loewy, director del Observatorio de París; el sabio y popular astrónomo M. Camile Flammarion; el distinguido general Parmentier; el general Bassot, director del Observatorio de Niza; M. Trepied, director del Observatorio de Argelia; M. Baillaud, director del Observatorio de Toulouse; M. Lebeuf, director del Observatorio de Besançon; M. André, director del Observatorio de Lyon; del coronel Lausedat, Director del Conservatorio de Artes y Oficios de París; del Sgr. Aníbal Ricco, director del Observatorio de Catania y correspondiente de nuestra Academia; del signor Millosewitch, director del Observatorío del Colegio Romano; del Sgr. Celoria, director del Observatorio de Milán; de nuestro ilustre corresponsal, signor Schiapparelli; del Sgr. Cerulli, director propietario del Observatorio de Teramo; de los astrónomos ingleses Stanley Williams, Denning, Christie, Maunder, del eminente astrónomo ruso Glassenap, etc., etc.

Por último, para no cansar más á mi auditorio con nombres, aun cuando todos ilustres, sólo recordaré que al leerse por el insigne anciano Mr. Berthelot en la Academia de Ciencias de París la circular en la que tuve el honor de dar cuenta de la inauguración de nuestro Observatorio, el meteórologo M. Mascart, bien conocido de todo el mundo sábio y presidente actual de la Academia de Ciencias de París, tomó la palabra, según consta en los diarios de París de aquel día, para llamar vivamente la atención de la Academia por la importancia que revestía la erección de un Observatorio de primer orden en un país que como el nuestro goza de un clima excepcional, lo cual, según M. Mascart debe ser considerado (son sus propias palabras) como un acontecimiento venturoso para la Ciencia. Las palabras de M. Mascart, me dispensan de insistir sobre la importancia científica que presenta la creación de un Observatorio provisto de completos y poderosos instrumentos bajo un cielo por lo general tan bello y explendoroso como el de nuestra región.

Pero, á mi entender, la misión de un Observatorio no termina dedicándose en cuerpo y alma á la investigación de los grandes problemas de la Ciencia moderna. Además de su papel científico por lo que se refiere á originales y superiores estudios, debe cumplir con una misión social. La de difundir los conocimientos adquiridos; la de mostrar al público algo de lo grande y sublime que encierra la Creación, para encender en su alma el amor á lo bello, y que, levantando los ojos de tierra pueda juzgar con ánimo más sereno y tranquilo el valor de las cosas terrestres. En fin, un Observatorio moderno ya no debe ser el ba-

luarte de algunos ensoberbecidos hombres de ciencia que se complacen en poner murallas entre su pretendida omnisciencia y el público. Es preciso derrumbar estas ridículas trincheras de la sabiduría ó mejor dicho, soberbia, porque la sabiduría simboliza el amor á todos. También entre el público abundan penetrantes ingenios, espíritus sagaces y amantes de lo grande que se postran de rodillas ante lo sublime, espíritus que si los azares de la vida hubiesen colocado en condiciones de dedicarse al estudio de las Ciencias hubiesen dado días de gloria á su patria. Es una obra de misericordia dar momentos de íntima é intelectual satisfacción á nuestros semejantes; es simplemente hacer bien, y como á tal, hagámoslo. Esta es, repito, la segunda misión de todo centro de cultura, misión que inició el gran Arago en el Observatorio de París y que hoy se ha difundido extraordinariamente en el extranjero y hasta en España con el nombre de Extensión Universitaria. En el poco tiempo que tiene sus puertas abiertas el Observatorio Fabra ha visto entrar ya por ellas á centenares de personas, ya pertenecientes á beneméritas asociaciones, ya á centros de enseñanza, ya á público ansioso de aprender algo de esta techumbra infinita y de la que nuestro mundo no es más que un átomo perdido. Y allí he gozado lo indecible exponiendo y enseñando una parte de tantas maravillas á un auditorio entusiasta, constituído por todas las clases sociales y en el que se manifiesta de la manera más expresiva el gozo que experimenta ante aquellas visiones celestes, en las cuales muchos jamás habían soñado!

Recuerdo haber oído varias veces á los Sres. Presidentes de esta Academia en sesiones inaugurales de curso, como la de hoy, que esta Academia efectuaba, por lo general, un trabajo oculto de progreso y de cultura científica; que aun cuando, por lo común, no señalara su existencia por actos de resonancia, llevaba en su seno el gérmen de un trabajo lento que á la larga se traducía en ventajas positivas para el público. Hénos aquí manifiestamente delante de una resultante de este trabajo lento, de este trabajo paciente y ya secular. Fundado en la solidez de este trabajo lento y concienzudo, he aquí, en fin, una realidad. El sueño se realizó.

Y este aparente milagro débese, además, á la conjunción de una porción de circunstancias providenciales, en la que resalta en primera fila el ejemplar desprendimiento de don Camilo Fabra, secundado brillantemente por la Diputación Provincial, el Ayuntamiento y la generosidad de los hijos del ilustre finado. Tengo la seguridad absoluta de interpretar los sentimientos de mis compañeros de la Academia si aquí, en este acto solemne y públicamente, dedico en su nombre, un piadoso recuerdo á la memoria del señor don Camilo Fabra y reitero el agradecimiento á la familia del señor marqués de Alella, lo propio que á la Diputación Provincial y al Ayuntamiento de Barcelona.

Voy á acabar enseguida, Señores, pero antes de poner punto final debo hacer una confesión sincera. La de que reconozco la poca originalidad de mi discurso y el excesivo tiempo dedicado á ocuparme en lo que hemos hecho en esta Academia, incurriendo en el pecado de personalismo. Lo reconozco y pido

perdón por ello á mi distinguido y benévolo auditorio. Pero me permitiré, al propio tiempo, justificar en parte mi pesadez y mi obstinación. En efecto ¿no tiene un tanto de culpa en ello la excesiva belleza del Cielo, la belleza de estos panoramas infinitos cuajados de sublimes encantos, que nos subyugan y nos distraen hasta de las atenciones que debemos á nuestros semejantes? Cúlpese, pues, en parte, á las estrellas el haber abusado de vuestra benevolencia, y en esta culpabilidad irá involucrada una alabanza á la Creación, una oración á Dios.

He dicho.

24 APR 1915

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 8

RELACIÓN ENTRE LAS VELOCIDADES DE LAS CANTIDADES VECTORIALES Y LAS DE LOS ROTORES Ó EJES MATERIALES DE ROTACIÓN

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ MESTRES

Publicada en mayo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 8

RELACIÓN ENTRE LAS VELOCIDADES DE LAS CANTIDADES VECTORIALES Y LAS DE LOS ROTORES Ó EJES MATERIALES DE ROTACIÓN

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ MESTRES

Publicada en mayo de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

RELACIÓN ENTRE LAS VELOCIDADES

DE LAS CANTIDADES VECTORIALES Y LAS DE LOS ROTORES Ó EJES MATERIALES DE ROTACIÓN

por el Académico

D. José Mestres

Trabajo leído el día 17 de enero de 1904, en el acto de su recepción pública

---

En el estudio de las corrientes alternas, y también, por consiguiente, en el de los alternadores y electro motores de campo magnético giratorio, llama poderosamente la atención el enlace íntimo que liga de un modo invariable, el movimiento de los órganos visibles y materiales del aparato á los ideales é invisibles que se originan en virtud de su misma constitución. Esta trabazón es muy parecida, en sus efectos, á la de los engranajes y demás elementos de transmisión usualmente empleados en los mecanismos en general; y al igual que en éstos, es indispensable conocer la naturaleza y las propiedades que los caracterizan, así como la relación que existe entre sus velocidades angulares, para poder deducir á priori, las condiciones de trabajo del mecanismo ó del aparato que se trata de construir.

Al desarrollar este tema he de confesar la verdad; temo fatigar vuestra atención. Cualquier asunto, por árido é ingrato que sea, puede resultar agradable, ameno y elegantemente expuesto; mas, por desgracia, carezco de las condiciones que son de exigir en estas circunstancias, y con razón temo, repito, abusar de vuestra complacencia. En ella confío, sin embargo, esperando será tan grande como la honra que os habeis dignado dispensarme, eligiéndome para ocupar un lugar en esta ilustre Corporación.

Contando con vuestro beneplácito permitid, pues, señores, que pase desde luego al estudio de la materia indicada, ó sea de la *relación que existe entre las velocidades de las cantidades vectoriales y las de los rotores ó ejes materiales de rotación*, deduciendo de paso alguna de sus consecuencias más notables, para que mejor pueda apreciarse la conveniencia de profundizar la cuestión.

Sabido es que al moverse un circuito en un campo magnético de fuerza, se engendra en él una fuerza electro-motriz inducida, cuyo valor, según expresa la ley tan sencilla como exacta y general de Maxwell, es igual y de signo contrario á la variación que, en la unidad de tiempo, ó sea en 1″, experimenta el flujo magnético que normalmente circula á su través. En esta atención, un circuito plano que, para mayor sencillez, puede suponerse de forma rectangular, que gire

sobre su eje mayor de simetría en un campo magnético uniforme, cuya orientación sea perpendicular á este último, dará lugar al desarrollo de una fuerza electro-motriz alterna, y por consiguiente, de valor variable que vendrá expresada por la fórmula

$$e = E \operatorname{sen} \alpha \quad (1)$$

en la cual E, representa el valor máximo que puede adquirir la fuerza electro motriz desarrollada, y e, el instantáneo de la misma que corresponde al valor α del ángulo de giro descrito en dicho instante.

Supóngase ahora que, haciendo centro en un punto cualquiera del eje de rotación y con un rádio igual al valor máximo E de la fuerza electro-motriz alterna considerada, se traza una circunferencia cuyo plano sea perpendicular al mismo eje. Imagínese al mismo tiempo que, dicho radio, gira sobre el centro con una velocidad igual á la del referido eje, y que, en cada instante de tiempo se determina el valor de su proyección sobre el diámetro paralelo á la orientación del campo inductor. Si como origen de los ángulos descritos, se elije el extremo del diá-

---

(1) Considerando el plano del circuito en la posición normal á la orientación del campo inductor, y en el supuesto de que su área sea igual á S centímetros cuadrados, el flujo máximo que normalmente circulará á su través será igual al producto de la intensidad H constante del campo inductor por el área S mencionada. Para un ángulo α cualquiera descrito, el nuevo flujo adquiere el valor

$$F = HS \cos \alpha$$

la variación que experimentará al cabo de un tiempo dt será

$$dF = -HS \operatorname{sen} \alpha \, d\alpha$$

y la correspondiente á $1''$ de tiempo tendrá por expresión

$$\frac{dF}{dt} = -\operatorname{sen} \alpha \frac{d\alpha}{dt};$$

pero la relación entre el ángulo $d\alpha$ descrito y el tiempo dt empleado en describirlo, da el valor ω de a velocidad angular: así pues

$$\frac{dF}{dt} = -HS\,\omega \operatorname{sen} \alpha$$

Según la mencionada ley de Maxwell, esta variación, tomada con signo cambiado, expresa el valor de la fuerza electro motriz inducida en el circuito móvil, luego

$$e = HS\,\omega \operatorname{sen} \alpha$$

y como el valor máximo E que puede adquirir dicha fuerza, corresponde al de $\operatorname{sen} \alpha = 1$ ó sea $E = HS\,\omega$ resulta finalmente que

$$e = E \operatorname{sen} \alpha$$

metro perpendicular á las líneas de fuerza del campo, entonces para un ángulo α descrito al cabo de un tiempo t'', el valor de la proyección mencionada será

$$E \text{ sen } \alpha \quad (1)$$

es decir, igual al valor instantáneo que adquiere la fuerza electro-motriz inducida, al finalizar el intervalo de tiempo considerado.

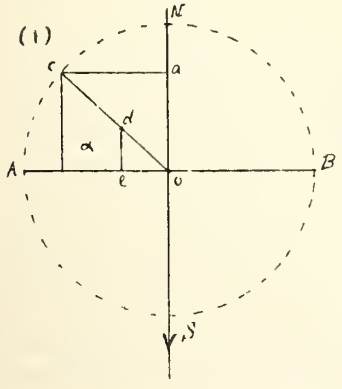
Resulta pues, que estudiando el movimiento del vector, puede venirse en conocimiento de la ley de las variaciones de la fuerza electro-motriz alterna desarrollada en el circuito, así como también de las que experimenta la corriente que engendra, en todos aquellos casos que aparentemente hay concordancia de fases entre ambos valores, ó sea: siempre que la resistencia O^{hm} Ohmmica única del circuito adquiere un valor muy elevado con relación al de la autoinducción que se desarrolla en él.

A partir del origen de los arcos antes mencionado, se observará que, los valores máximos, así de la proyección del vector móvil como de la fuerza electro-motriz inducida, corresponden á los ángulos $\frac{\pi}{2}$ y $\frac{3\pi}{2}$ cuyos senos son $+1$ y -1, y los mínimos á 0 y á π en que dicho seno es igual á cero. Estas posiciones corresponden: la primera, á la media que separa los dos polos del sistema inductor bipolar considerado; y la segunda, á la coincidencia ó superposición de los mismos.

Esta conclusión es general. En un campo bipolar, así el vector ideal considerado, como el eje de rotación del alternador, giran ambos sincrónicamente durante su evolución. En estas condiciones, la frecuencia de la corriente alterna resultante sería siempre igual al número de revoluciones del mencionado eje motor, y como la velocidad angular de éste no puede exceder del límite relativamente pequeño que en la práctica toleran la seguridad y las condiciones del buen funcionamiento de los organismos empleados, resultaría una alterna de oscilacio-

---

(1)



En efecto, el valor de oa, proyección del vector móvil $oc = E$ sobre el diámetro paralelo á la orientación del campo magnético inductor, se deduce de la proporción

$$\frac{cb}{de} = \frac{co}{do}$$

y, por tanto,

$$cb = oa = \frac{co \times de}{do} = \frac{E \text{ sen } \alpha}{1} = E \text{ sen } \alpha.$$

nes cuya amplitud é irregularidad periódica imposibilitarían su empleo industrial. Debe tenerse en cuenta que las Frecuencias menores utilizadas prácticamente son de unos 40 periodos por 1'' ó sea 2400 revoluciones por 1', velocidad excesiva que los órganos del mecanismo con dificultad podrían tolerar.

Para evitar esta dificultad, considérese formado el campo inductor por cuatro polos de polarización contraria cada dos adyacentes, situados simétricamente sobre una circunferencia. En el campo tetrapolar así constituido, y alrededor de un eje que, pasando por el centro de la circunferencia mencionada, sea perpendicular á su plano, hágase girar el mismo circuito del caso anterior.

Ahora, al igual que antes, el eje motor arrastrará en su movimiento al radio ó vector ideal; pero, las velocidades angulares de ambos ya no serán iguales, antes por el contrario, la del vector es doble de la del eje motor. En efecto, la colocación simétrica de los cuatro polos inductores que constituyen el campo de excitación del alternador, determinan en las líneas respectivas de sus ejes de simetría cuatro puntos ó posiciones del circuito móvil, en los cuales se anula el valor de la fuerza electro-motriz en él inducida, y otros cuatro situados en los puntos medios de las distancias iguales que separan cada dos polos contiguos, en que dicha fuerza adquiere el máximo valor.

Si sobre la circunferencia cuyo radio sea la común distancia que separa las superficies polares del centro de rotación, circunferencia que, por analogía al mecanismo de los engranajes, podríamos llamar Primitiva, contamos la que media entre dos polos de igual polarización; dos polos Norte, ó dos polos Sur; y denominamos Paso á la distancia así determinada, siempre se verificará que, á todo ángulo de giro correspondiente á una longitud de arco igual al Paso, la fuerza electro-motriz inducida volverá á recuperar su valor inicial; ó en otros términos, á todo ángulo de giro determinado por dicha longitud, corresponderá un ciclo completo ó evolución perfecta de los valores de la referida fuerza electro-motriz, y por tanto, una revolución también completa del vector ideal que la determina, en todos los instantes de su variabilidad. Siendo el campo tetrapolar, la longitud del paso será $\frac{2\pi}{2}$ y á cada vuelta del eje motor corresponderán dos vueltas igualmente completas del vector.

En un campo de seis polos distribuidos simétrica y alternativamente como queda manifestado, la longitud del Paso seria la tercera parte de la circunferencia primitiva; en cada revolución del eje se desarrollarían tres ciclos completos de la fuerza electro-motriz, y la velocidad angular del vector sería triple que la del eje motor.

De un modo general; en un campo magnético formado por p pares de polos, la longitud del Paso será igual á $\frac{1}{p}$ peésima parte de la circunferencia primitiva; la fuerza electro-motriz evolucionará p veces completas y consecutivas en cada revolución del eje motor; y las velocidades respectivas del vector y del mo-

tor estarán en la relación de p: 1. Si ω_1 y ω representan dichas velocidades angulares y n_1 y n los números de revoluciones que les corresponden, siempre se verificará que:

$$\frac{\omega_1}{\omega} = \frac{n_1}{n} = p.$$

Este enlace misterioso, permite multiplicar á voluntad, el número de periodos de una alterna, sin que, para ello, haya necesidad de forzar el límite que prudencialmente debe asignarse á la velocidad de los ejes materiales del organismo empleado.

Así por ejemplo, supóngase que se trata de construir un alternador que, girando á razón de 1200 revoluciones por 1′, engendre una corriente alterna cuya frecuencia sea de 640 periodos por 1″. Según acaba de manifestarse, el número p de pares de polos del campo inductor, ha de ser igual á la relación que existe entre los números de vueltas del vector y del motor; para que, en 1″ tengan lugar 640 periodos es preciso que el vector ideal dé también igual número de revoluciones en el mismo intervalo de tiempo; si el alternador gira á razón de 1200 vueltas por 1′, á cada 1″ de tiempo corresponderán 20, y por consiguiente el número p de pares de polos será igual á

$$p = \frac{640}{20} = 32$$

El campo del alternador en cuestión estará, pues, constituido por 64 polos; la velocidad del vector será 32 veces la del motor, y el número de periodos de la alterna se elevará á $32 \times 20 = 640$ conforme se pedía en los datos de la cuestión.

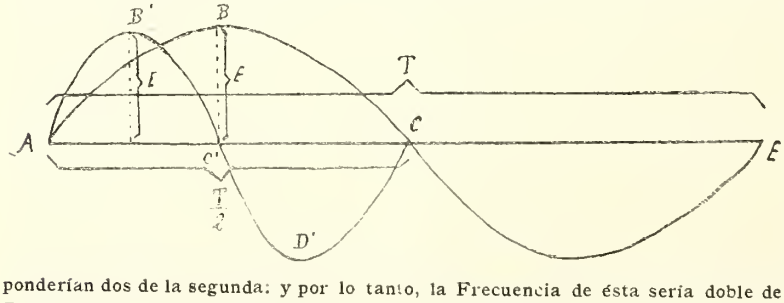
Para hacerse cargo del mecanismo ideal que regula el movimiento de estos elementos, es preciso una pequeña digresión. Una corriente eléctrica, determina siempre un ciclo completo, durante el cual el plano del circuito queda polarizado al igual que una hojuela ó laminilla magnética, cuyo perímetro estuviera limitado por el hilo conductor; y lo mismo que ésta, dá lugar á la aparición de una fuerza magnética normal al plano del circuito, que es causa del flujo que circula á su través. Si la corriente cambia periódicamente de sentido, la fuerza magnética, con todo y conservarse siempre normal al mencionado plano, experimentará, parecidamente al movimiento de la espiga del émbolo de una máquina térmica, una serie de oscilaciones ó cambios alternativos de signo que se irán sucediendo con la misma periodicidad; y como en la generación de las corrientes alternas, el plano del circuito cambia dos veces de polarización cuando el eje motor ha descrito un ángulo correspondiente á la longitud del Paso, resulta que, el empuje debido á la fuerza magnética desarrollada, puede compararse al del extremo de la mencionada espiga durante un periodo completo de su carrera ó evolución. Verdad es, que los fenómenos que se desarrollan en la producción de las corrientes

alternas, no se presentan de una manera tan sencilla; la variabilidad de las fuerzas electro-motrices engendradas, dá lugar, no á un empuje ó fuerza constante de polarización, sino á una serie de acciones variables que se suceden con igual regularidad; pero esta observación no altera en su esencia el valor de las consideraciones expuestas, pues que, parecido á ello, es el fenómeno que se desarrolla en el cilindro de la máquina considerada cuando el vapor obra por expansión á lo largo de su carrera: el resultado siempre será un movimiento alternativo de la espiga y un movimiento igualmente alternativo del empuje ó flujo de fuerza magnética que determina la inducción, y de la misma manera que el movimiento alternativo de la espiga está ligado de un modo invariable al circular contínuo del árbol motor, así también evolucionan, no menos sólidamente entrelazados, el rotatorio del vector ideal. y el rectilíneo alternativo debido al cambio de polarización.

El tiempo T que dicho vector emplea en dar una vuelta completa sobre su eje, ha recibido el nombre de tiempo periódico; durante este tiempo, el eje motor describe un ángulo cuyo arco corresponde á la longitud del Paso, y como esta longitud es igual á la peésima parte de la circunferencia primitiva, resulta que el referido tiempo Periódico es p veces inferior al empleado por el motor en dar una vuelta completa sobre su eje real de rotación.

Del valor del tiempo Periódico depende en todos los casos la Frecuencía de las corrientes alternas engendradas. En efecto, las senoides (1) representativas de la ley de las variaciones de dos corrientes alternas cualesquiera, difieren entre sí por su amplitud y por su longitud. La primera queda determinada por el valor máximo de la fuerza electro-motriz, y la segunda, por el tiempo que emplea el vector ideal en dar una vuelta completa sobre su eje imaginario de rotación. La Frecuencia, mayor ó menor, de una alterna, depende pues del tiempo periódico; si la evolución completa del referido vector se desarrolla, supongamos en $\frac{1''}{320}$, la Frecuencia de la alterna será 320 periodos por 1''. Este tiempo

(1) Tomando por abscisas los tiempos que en su evolución emplea el vector ideal y por ordenadas los valores instantáneos que adquiere la fuerza electro-motriz al terminar los intervalos de tiempo considerados, resultan las curvas senoidales $A\,B\,C\,D\,E$ y $A'\,B'\,C'\,D'\,E'$ que corresponde á una evolución completa de dos vectores de igual amplitud, y cuya periodicidad variará en la relación de 1 : 2. A cada ciclo de la primera, corresponderían dos de la segunda: y por lo tanto, la Frecuencia de ésta sería doble de la de aquélla. Las Pulsaciones de las alternas están, pues, en razón inversa de los tiempos Periódicos,



Periódico, que, como se observa, determina la característica más importante de las corrientes alternas, es el que debe tenerse en cuenta, en todos los fenómenos de su producción; y al que deben subordinarse los elementos de construcción de un alternador.

Entre el tiempo Periódico y la Frecuencia, existe una relación sumamente sencilla. Esta, ó sea el número de revoluciones que en cada 1″ de tiempo, da el vector ideal, ya se ha visto que era igual al producto del número n de revoluciones del eje motor por el p de pares de polos del campo magnético inductor; y claro es, que si en 1″ dicho vector gira ó evoluciona np veces seguidas, el tiempo que empleará en una evolución será np veces menor; por tanto, el tiempo Periódico y la Frecuencia son dos números recíprocos determinados por la relación

$$T \times np = 1$$

Volviendo ahora al punto de partida, ó sea á la fórmula general de la fuerza electro-motriz inducida

$$e = E \operatorname{sen} \alpha$$

fácilmente se comprenderá, en virtud de lo expuesto, que el ángulo α de giro descrito al cabo de un tiempo t, debe referirse al vector ideal y no al eje motor; y que, en esta atención, es preciso determinar dicho ángulo en función de los elementos que integran el carácter esencial de las corrientes alternas, Frecuencia ó Periodicidad, ó sea, en función del tiempo Periódico que, á su vez, lo es del número de revoluciones del motor, y de la constitución del campo magnético excitador.

Es evidente, que la velocidad angular ω del vector vendrá expresada por la relación entre el ángulo α descrito y el tiempo t empleado en describirlo

$$\omega = \frac{\alpha}{t}$$

y por tanto que

$$\alpha = \omega t;$$

cuyo valor, substituído en la fórmula general, la transforma en

$$e = E \operatorname{sen} \omega t$$

No es menos cierto también, que la relación entre la circunferencia 2π

de radio igual á la unidad, y el tiempo Periódico T que emplea el vector en describirla, expresará del mismo modo el valor de dicha velocidad angular

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

y, por consiguiente,

$$e = E \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t$$

pero, como de la reciprocidad que existe entre el tiempo periódico y la frecuencia se tiene que

$$\frac{1}{T} = np$$

resulta finalmente

$$e = E \operatorname{sen} 2\pi n p t$$

Esta fórmula es de aplicación sencillísima, y su empleo no puede dar lugar á ninguna confusión, ya que así el número de revoluciones del motor como la Frecuencia de la alterna, son siempre cantidades conocidas, son datos que se prefijan al estudiar el proyecto de construcción de un alternador.

Si se trata, por ejemplo, de un aparato de esta índole que, girando á razón de 900 revoluciones por 1′ engendra una corriente cuya Frecuencia sea de 240 periodos, las relaciones estudiadas permitirán deducir seguidamente los valores que á continuación se expresan:

Vueltas por 1″ del alternador	$n = \frac{900}{60} = 15$
Frecuencia de la alterna	$F = 240$
Número de pares de polos	$p = \frac{F}{n} = \frac{240}{15} = 16$
Número de polos del campo	$2p = 32$
Vueltas por 1″ del vector	$np = 240$
Tiempo periódico	$T = \frac{1}{np} = \frac{1''}{240}$
Velocidad angular del motor	$\omega = 2\pi n = 2\pi \times 15$
y Velocidad angular del vector	$p\omega = 2\pi np = 2\pi \times 240$

En la determinación práctica del valor medio de la fuerza electro-motriz de un alternador, se notan más aún las ventajas que aparecen como consecuencia de las consideraciones expuestas.

Sea, supongamos, un alternador, que teniendo acopladas en serie todas las bobinas del inducido, funciona en las condiciones siguientes:

Número de pares de polos	p
Flujo máximo de cada uno	F
Revoluciones por 1'' del eje motor	n
Número de bobinas inducidas	$2p$
Número de espiras de cada bobina	N

Cuando una bobina haya pasado del uno al otro centro de dos polos contiguos, la variación que habrá experimentado el flujo que atraviesa al plano de una espira será

$$F-(-F)=2F$$

y como esta variación tiene lugar en la mitad del tiempo Periódico, segun la ley de Maxwell resulta que, la fuerza electro-motriz en ella inducida valdrá

$$\frac{\frac{2F}{T}}{2}=\frac{4F}{T}$$

pero, el valor del tiempo Periódico es el recíproco de la Frecuencia, y por tanto

$$\frac{4F}{T}=4Fnp$$

Habiendo N espiras, en cada bobina la fuerza electro-motriz media será N veces mayor

$$4Fnp\,N$$

y como, por otra parte, y á causa del acoplamiento en serie de las $2p$ bobinas que contiene el inducido, las fuerzas electro-motrices de todas ellas se suman entre sí, la media total resultante será igual á

$$e=4Fnp\,N\times 2p \text{ unidades cegesimales}$$

ó lo que es lo mismo

$$e=8Fn\,Np^2\,.\,10^{-8} \text{ Voltios.}$$

Suponiendo que el flujo máximo en el entre-hierro sea igual á $F = 280000$ c. g. s.; que cada bobina lleva $N = 8$ espiras; y que la velocidad de rotación del motor y el número de pares de polos del campo inductor, son los números 15 y 16 supuestos, en el ejemplo anterior, la fuerza electro-motriz media pedida sería de

$$e = 688{,}128 \text{ voltios.}$$

Réstame ahora tratar, señores, del enlace no menos singular que liga los vectores y los rotores en el mecanismo de los campos magnéticos giratorios.

En las funciones Periódicas existe, además, de su longitud y amplitud, otro factor denominado Fase, que es de gran importancia en los fenómenos de su producción. Dos corrientes alternas de iguales Frecuencia y Amplitud pueden superponerse, es decir, adquirir idéntico valor en cada uno de los intervalos de tiempo considerados, y también evolucionar periódica é indefinidamente sin que tal superposición ó concordancia pueda jamás tener lugar; todo depende de la posición inicial de los vectores con relación al orígen de los arcos descritos, ó sea, á partir del instante en que empieza á contarse el tiempo de su evolución.

Si se tienen, supongamos, tres vectores, y á contar del orígen mencionado los ángulos por ellos descritos son $\alpha + \theta$, α; y $\alpha - \varphi$, la primera corriente engendrada llevará un *avance* de θ sobre la segunda y de $\theta + \varphi$ sobre la tercera; la segunda *retrasará* de θ con relación á la primera, y *avanzará* de φ con respecto á la tercera; y finalmente, ésta irá *retrasada* de $\theta + \varphi$ y de φ comparada con las otras dos.

Estas corrientes se dice que tienen ó son de Fase distinta y segun sea el número de ellas que en este concepto difieren entre sí, el sistema recibe los nombres de Difásico, Trifásico etc.; en el caso contrario, ó sea en la concordancia ó superposición, la Fase es común para todas y el sistema se denomina Monofásico.

Esto sentado, pasemos ya al fondo de la cuestión ¿Cómo se engendra un campo magnético giratorio? Sin dificultad puede contestarse á esta pregunta, satisfaciendo préviamente á esta otra: ¿de cuántos modos pueden combinarse los movimientos rectilíneo-alternativos para que den por resultado otro circular contínuo?

Cualquiera versado en los principios fundamentales de la Cinemática sabe, que este problema, admite variedad de soluciones. Dos movimientos rectilíneo-alternativos, en ángulo recto uno con respecto al otro, de igual Frecuencia y Amplitud, que evolucionen con una diferencia de fase igual á la $\frac{1}{4}$ parte del Período darán una solución. El mismo resultado puede obtenerse combinando tres movimientos de la misma índole que formen entre sí ángulos de 120°, con tal que sus Fases difieran de $\frac{1}{3}$ de periodo. De un modo general, la combinación de un número determinado de movimientos harmónicos, dará lugar á un movimiento circular, siempre que el ángulo que forman en el espacio los elementos que se

combinan sea el suplemento del que, con relación al Tiempo, marca la Fase de su evolución.

En esta atención, y habiendo ya visto que las corrientes alternas determinan campos magnéticos, cuyos efectos, bajo el punto de vista cinemático, son comparables á los movimientos rectilíneo-alternativos de los órganos materiales en general, es evidente que, la combinación adecuada de las corrientes alternas, podrá dar por resultado un campo magnético de polaridad giratoria, si se determinan convenientemente las Fases de su desarrollo.

Así, por ejemplo, tomando dos bobinas, cuyos ejes se corten perpendicularmente, y haciendo circular por ellas dos corrientes alternas que difieran $\frac{1}{4}$ de periodo, en la dirección de los dichos ejes aparecerán dos campos magnéticos alternativos, cuyas intensidades variarán proporcionalmente con el seno y el coseno del ángulo descrito, al finalizar el intervalo de tiempo que se considera. (1) Si H expresa el valor máximo de dichos campos oscilantes, los instantáneos H_1 y H_2 que habrán adquirido al cabo de un tiempo t, durante el cual el ángulo descrito valga ωt, serán

$$H \text{ sen } \omega t, \text{ y } H \cos \omega t$$

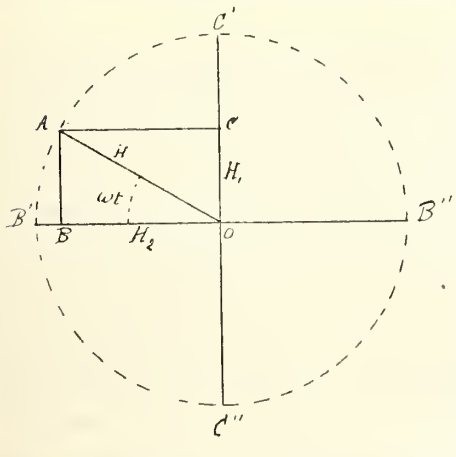
y por tanto el resultante será igual á

$$\sqrt{H^2 \text{ sen}^2 \omega t + H^2 \cos^2 \omega t} = H.$$

Aparece, pues, un campo magnético de intensidad igual á la máxima de los

---

(1) La corriente alterna que circula por la bobina $B' B''$, dá lugar, en la dirección de su eje $C' C''$, á un campo magnético cuyas variaciones de intensidad pueden apreciarse siguiendo en su movimiento al punto C, proyección del extremo del vector ideal $O H$ sobre el mencionado eje $C' C''$. Cuando el vector haya descrito un círculo perfecto, dicho punto C habrá pasado del centro O al punto C', de éste retrocede hasta la posición opuesta C'', y cambiando nuevamente de signo, vuelve al punto de partida O. En cualquiera de estas posiciones, bien claro se observa que el valor de la proyección $O\ C$, ó sea el valor H_1 de la intensidad del campo formado, es igual á



$$H_1 = H \text{ sen } \omega t$$

La corriente que circula por la otra bobina $C' C''$, dará también lugar á otro campo magnético alternativo en la dirección del eje $B' B''$, cuyas variaciones de intensidad pueden apreciarse siguiendo el movimiento del punto B, yendo de B' á B'', y de B'' á B. El valor de dicha intensidad en el mismo instante de tiempo en que se supuso determinada la anterior H_1, será

$$H_2 = H \cos \omega t$$

componentes que gira al rededor del centro, con igual velocidad angular que los vectores ideales determinante de las alternas puestas en circulación.

Conforme se habrá observado, el ángulo de $\frac{1}{4}$ de periodo que, con relación al Tiempo, determina la Fase de las corrientes empleadas en la combinación difásica indicada, es el suplemento del ángulo de 90° que, en el espacio, determinan los dos movimientos rectilíneos debidos al cambio alterno de polarización. De la misma manera pueden combinarse, tres campos alternativos que formen ángulos de 120° ó sea de $\frac{1}{3}$ de circunfereneia, con tal que, sean engendrados por tres corrientes alternas que difieran de $\frac{1}{3}$ de periodo.

Siguiendo estos principios podrán combinarse mayor número de campos magnéticos de polarización alterna, obteniendo por resultado campos giratorios, cuya intensidad será siempre igual á la máxima de los componentes, multiplicada por la mitad del número de Fases que entren en la combinación. Si H_1 representa el máximo valor de los campos alternos que se combinan, la intensidad constante H del giratorio resultante, será igual á $H_1 \times \frac{2}{2}$ en el Difásico; á $H_1 \times \frac{3}{2}$ en el Trifásico; y en general, á $H_1 \times \frac{m}{2}$ si son m las Fases de la combinación.

En todos estos casos, y mientras se verifique la condición antes mencionada, asi el campo resultante, como su velocidad angular, conservarán siempre el mismo valor; en el caso contrario, resultará un movimiento elíptico, durante el cual varían, lo mismo el valor de la intensidad, que la velocidad angular del campo giratorio final. Este movimiento elíptico podría tambien aparecer como resultado de una diferencia de amplitudes de las corrientes alternas de igual Frecuencia, que entran en la combinación.

Fácil será ahora dar una idea, si bien que ligera, del funcionamiento de los electro-motores de campo giratorio. Todo aparato de esta índole consta de dos elementos: uno fijo ó primario y otro móvil ó secundario, usualmente denominados Stator el primero, y Rotor el segundo. El primario lleva siempre las bobinas conductrices de las corrientes generadoras del campo giratorio inicial. El secundario, puede estar constituído por un imán ó por un electro-imán alimentado por una corriente contínua: otras veces por una simple masa de hierro dulce; y también, y esto es lo más frecuente, por uno ó varios cuadros que llevan sus correspondientes bobinas de inducción. En todos estos casos, dicho Rotor debe estar situado de la manera que, pueda girar, con libertad, al rededor de un eje perpendicular al círculo que, en su movimiento, describe el campo móvil inductor.

La acción que ejerce el campo giratorio primario sobre los rotores que están constituídos por un imán ó por un electro-imán de polaridad constante, es igual

á la de un par de fuerzas, cuyo momento fuese igual al producto de la intensidad del campo por el momento del imán, y por el seno del ángulo que forman el eje de éste con la dirección de aquélla. En estas condiciones, el movimiento del rotor está siempre en concordancia de fase con el del vector, y giran ambos sincrónicamente durante su evolución.

Si el rotor está constituído, supongamos, por dos bobinas que formen entre sí un ángulo de 90°, entonces, el movimiento del polo giratorio determinará variaciones de flujo en los planos de las espiras respectivas que, á su vez, desarrollarán una fuerza electro-motriz alterna en cada una de ellas, y como la diferencia de sus fases es también de 90°, aparecerá otro campo también giratorio que, componiéndose con el primero, dará lugar á la formación del campo final. Si se tiene presente que las corrientes inducidas en las bobinas del rotor, son consecuencia de las variaciones del flujo que circula á su través; y que esta condición solo puede verificarse adelantándose el polo giratorio al movimiento del rotor, fácilmente se deducirá que las velocidades angulares del vector y del rotor no pueden ser iguales, y que la condición del Sincronismo que caracterizaba el caso anterior no puede en este tener lugar.

Los electro-motores de campo giratorio, pueden pues ser Sincrónicos y Asincrónicos. En los primeros, el enlace que se desarrolla entre los órganos vectoriales y materiales no solo es rígido, si que también invariable; en los del segundo grupo, dicha unión es no menos resistente, pero al mismo tiempo, resulta como si dijéramos, algo elástica ó flexible, como así lo demuestra, el deslizamiento del vector en su movimiento de avance sobre el del rotor. Casi podría afirmarse que, del grado mayor ó menor de esta flexibilidad, depende, en igualdad de circunstancias, la potencia del motor, ya que el momento del par giratorio resultante es proporcional al ángulo de deslizamiento del referido vector.

Creo innecesario ponderar, señores, la importancia del problema cuyo análisis, á grandes rasgos, he tenido la honra de exponer, pues, que de sobras sabeis las mil dificultades que antaño se originaban al tratar de utilizar la energía en un sitio distinto del de su producción, dificultades que, hoy día, han desaparecido casi por completo, merced á la bondad de los procedimientos eléctricos empleados.

Es admirable el proceso de la lucha entablada entre la labor contínua de las fuerzas naturales, y la no menos firme é incesante que, en cumplimiento de la ley divina del trabajo, prodiga la humanidad para usufructuarlas en aras de su bienestar material. Parece, como si, obedeciendo á leyes desconocidas, trataran las primeras de ocultar el producto de su trabajo, acumulando la Energía en aquellos sitios en que mayores dificultades ofrece su utilización, para que, de este modo, se desarrollara en el hombre el afan al estudio y el estímulo al trabajo que tanto le enaltecen, y en tan alto grado pueden contribuir á su perfección moral.

En esta lucha es preciso consignar que, las ventajas alcanzadas, han sido tan rápidas como brillantes y decisivas. Desde el electro-motor primitivo de Baily

(1879) á los trifásicos de Brown (1890), que se emplearon en el transporte de Lauffen á Francfort, media solo un intervalo de tiempo insignificante, en comparación con la importancia de los resultados obtenidos. Los nombres de Arago, Baily, Marcel-Deprez y Ferraris que, con sus trabajos, marcan las diversas épocas de la génesis del problema tan felizmente resuelto, serán imperecederos en la historia del progreso científico de la humanidad.

Lo que dá mayor realce al triunfo obtenido son, las condiciones excepcionales del combate. El hombre lucha en un terreno desconocido con un enemigo invisible, con un algo cuya existencia real escapa á la impresionabilidad de sus sentidos, y que, tal vez, para mas desorientarle, se presenta falaz á estos, como si estuviera dotado de las propiedades más absolutas, opuestas é inverosímiles.

Mas, con todo, á pesar de estas dificultades, merced al solo auxilio de la inteligencia, ha logrado aquel vencer y dominar tan por completo á su adversario, que, aún siendo de fuerza y poderío enormes, bástale imprimir su voluntad en un débil hilo conductor para que, sumiso, transporte la energía al sitio de su destinación.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

del Académico

Rdo. Dr. D. Pedro Marcer, Pbro.

Suma importancia reviste, en verdad, el problema cuya solución se ha hallado últimamente en las corrientes polifásicas, y tan evidente se nos ofrece, que no necesita encarecerse, como ha dicho en su interesante Memoria nuestro Recipiendario, quien á las claras nos dió á entender que esta importancia más que, en el terreno puramente especulativo, debemos cifrarla en el práctico, ó digamos, industrial; quedando de esta suerte plenamente justificada la elección de un asunto muy propio y á la vez de la incumbencia del tecnólogo electricista. La claridad y la exposición ordenada que han presidido en el desarrollo de un tema arduo y difícil de suyo, han evidenciado de sobra que el disertante domina la cuestión en que se ocupó y que no le faltaban bríos para acometer disquisiciones profundas en las esferas más altas de la humana ciencia; pero, así como su deseo de vulgarizarla, le ha llevado á escribir excelentes obras destinadas á la aplicación de los conocimientos científicos, y sus ocupaciones favoritas en la cátedra y fuera de ella al mismo objeto se encaminan, de igual manera se ha sentido impulsado con cariño á tratar hoy de un problema interesantísimo desde el punto de vista industrial y económico, y del cual puede con seguridad afirmarse que no hay otro, entre cuantos empeñan la actividad humana, que ofrezca un interés más vivo y universal. Porque, si el afan de la época en que vivimos es el de poner al servicio del hombre las fuerzas naturales, y si las aguas sólidas ó líquidas que coronan las cúspides de nuestras montañas ó se acumulan copiosamente en las entrañas de elevada cordillera, representa una energía potencial incalculable ¿qué problema puede interesar tanto como el de aprovecharla? Pero no como la aprovechan esas innumerables y extensas colonias asentadas sobre las márgenes de ríos cuyas aguas corren precipitadas sobre un lecho suficientemente inclinado, sino como deben recibir igual beneficio las grandes villas y ciudades apartadas del curso de los ríos ó bañadas tan solo por las que se deslizan mansamente sobre cauces casi horizontales. Antes de que se resolviera el gran problema, era necesario colonizar las comarcas próximas á los saltos de agua, mas ahora los grandes centros de población disfrutan de las mismas ventajas, sin abandonar las comodidades á que les convidan las condiciones del clima y suelo donde moran. Antes el hombre debia humillarse á establecer su domicilio cerca de los sitios en que se halla depositada la energía potencial, ahora ésta es forzada á trasladarse á la residencia misma del rey de la creación para rendirle sumisa pleito

homenage. El triunfo, señores, no puede ser más completo; y si ya en su tiempo pudo el ilustre Jovellanos decir del hombre que «en su albedrío está el planeta en que tiene su morada, porque penetra sus abismos, remueve sus montes, levanta sus ríos y atraviesa sus golfos»; con más justo título podemos hoy afirmar su dominio soberano sobre las fuerzas del universo material; pues, no solo levanta los ríos de su curso ordinario, cambiándolo por otro rastrero sobre la superficie del globo, sino que verdaderamente los eleva á la altura apetecida conduciéndolos, á lo menos virtualmente, por un débil hilo metálico, según la feliz expresión de nuestro Recipiendario

Y por lo expuesto en la Memoria que él nos acaba de leer, bien se comprende que este portentoso triunfo es debido única y exclusivamente al poder de la inteligencia humana, manifestado en la sublimidad del cálculo matemático que indaga y descubre las fórmulas, en la ingeniosa disposición de los aparatos generadores y receptores polifásicos y, sobre todo, en la sencillez de los medios, que contrasta maravillosamente con la grandiosidad de los resultados. Acabais de oir, señores, que el hombre, en este combate reñido con la naturaleza, que avariciosamente le esconde sus tesoros, *Vence y domina con solo el auxilio de su inteligencia:* verdad importantísima desde el punto de vista antropológico, verdad que constituye para el hombre su mayor timbre de gloria, verdad que señala los más relevantes títulos de su realeza y supremacía respecto de los demás vivientes; porque, si bien su organización exquisita, su forma bella y augusta y su continente noble y erguido le asignan el primer lugar en la escala de los seres orgánicos, su inteligencia, ese destello de la luz increada, esa emanación purísima de la eterna Sabiduría, le coloca, no en el primer lugar, sino fuera de la escala de aquellos seres, muy por encima de ella, á una altura inmensamente superior. Entre el hombre y el animal más perfecto hay una distancia de todo punto infranqueable, mayor que la que media entre los átomos invisibles, impalpables que flotan en la atmósfera, y las pesadas moles de los astros que mueven sus centelleantes ruedas por el espacio inmensurable.

He dicho.

PRESENTED
31 MAY. 1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 9

INFLUENCIA DE LA MECÁNICA

EN EL PROGRESO INDUSTRIAL,

Y SENTIDO QUE HA DE TENER SU ENSEÑANZA

DISCURSO LEÍDO POR

D. JOSÉ TOUS Y BIAGGI

Publicada en junio de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 9

INFLUENCIA DE LA MECÁNICA

EN EL PROGRESO INDUSTRIAL,

Y SENTIDO QUE HA DE TENER SU ENSEÑANZA

DISCURSO LEÍDO POR

D. JOSÉ TOUS Y BIAGGI

Publicada en junio de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

INFLUENCIA DE LA MECÁNICA

EN EL PROGRESO INDUSTRIAL, Y SENTIDO QUE HA DE TENER SU ENSEÑANZA

discurso leído por

D. José Tous y Biaggi

en el acto de su recepción pública, el día 8 de enero de 1905

Experimenta faciunt universale quod est principium scientiæ et artis. *Llull.— Introductoria artis demonstrativae.*

Señores:

Elegido para formar parte de esta docta Academia, vengo, en primer lugar, á daros las gracias por la inmerecida honra con que habeis tenido á bien distinguirme y luego, y con temor, á cumplir el deber reglamentario de leer una Memoria escrita para este acto.

Habiéndome correspondido cubrir una vacante en la Comisión permanente de Mecánica, parecía indicado tratar de algún punto referente á la misma, y á esto me he decidido, si bien con el temor de no acertar á desarrollarlo cual convendría, pues, aunque mi profesión se refiera á las aplicaciones de esta ciencia á las artes industriales, éstas, si bien se fundan en ellas, vienen luego completadas por un complicado empirismo, y una sujeción económica que las aparta no poco de las elevadas concepciones de la Mecánica pura.

Un punto parece que tiene actual importancia y utilidad general, y que, recomendándome á vuestra benevolencia, probaré desarrollar, que es: la «Influencia de la Mecánica en el progreso industrial, y sentido que ha de tener su enseñanza».

Lo que en la Industria constituye Mecánica, ha tenido siempre por objeto substituir los movimientos de los miembros del hombre por los de los mecanismos, y sus fuerzas musculares por las de los agentes ó fuerzas naturales. Librando pues la Mecánica al hombre de la parte más material y fatigosa del trabajo y dejándole solo la parte directiva é intelectual, lo levanta y dignifica; parece como si en el orden material representara, dentro de aquel anatema «in sudore vultûs tui vescèris pane» caído sobre nuestros primeros padres, una parte del fruto de aquella bendición primera «replete terram et subjicite eam.»

Trabajos y artes mecánicas el hombre los ha practicado desde los tiempos más remotos que recuerda la historia, pero, su incremento, si bien constante, ha sido muy lento; el gran movimiento mecánico industrial apenas cuenta un siglo y medio. De obras grandiosas la antigüedad mas remota ha dejado notables ejemplares; y las misiones científicas que escudriñan en Memphis y Heliopolis, en

Babilonia y Nínive, á menudo encuentran nuevas, si bien más notables todas ellas, por los sacrificios y esfuerzos que representan, que no por la elevación y dignidad de su objeto. Tal vez en ningún lugar de la tierra se ofrece más vivo el contraste entre el modo de ser y el objeto del trabajo humano en la antigüedad y en nuestros días, que el que se ofrece á la vista del viajero entre el Cairo y Suez: á mano derecha, las pirámides cercanas á Memphis y la esfinge de Khefren, monumentos grandiosos levantados por miles y miles de esclavos para servir de orgullosa sepultura á los Pharaones; delante, hácia la izquierda, la línea del canal de Suez á Port-Said abierto en poco tiempo á fuerza de máquinas, inteligencia y trabajo libre y que, sirviendo de paso al comercio universal, pone en comunicación: dos mares, tres continentes, y cien pueblos, y razas diferentes. En acueductos y vías de comunicación sobre todo, el imperio romano, dejó notables ejemplos, aunque más bien destinadas al paso de sus armas opresoras, que no al comercio y y comunicación de los pueblos. Mas ¿qué son todas estas obras juntas, aunque se les agregue la larguísima é inútil muralla de la China y otras obras semejantes, comparadas con la grandiosa extensión y misión civilizadora de los actuales caminos y ferrocarriles que, uno tras otro, darían muchas veces la vuelta á la tierra, las casi ciudades flotantes que surcan todos los mares, la inmensa maquinaria agrícola, minera y manufacturera que facilita á satisfacción de las necesidades materiales, intelectuales y morales de toda la humanidad y la extensísima red de hilos y aparatos que hablan, y aún sin hilos también, que extendida por la tierra y por el mar pone en comunicación casi instantánea todos los pueblos del mundo?

Es asimismo admirable la rapidez con la que la Mecánica permite verificar las cosas. En menos tiempo del que empleaba un antiguo amanuense en copiar un libro, una imprenta actual hace una edición de millares de ejemplares; en menos del que empleó San Pablo para ir de Cesarea á Roma; necesitando tres barcos diferentes, naufragando uno de ellos con la carga de trigo que llevaba, y salvándose por milagro la gente, los actuales misioneros van á predicar el evangelio á los pueblos más lejanos, y con mucha más facilidad que un rey de un siglo atrás podía adquirir algunas noticias de las ciudades ó pueblos más cercanos, cualquier mercader de trigo, algodón ó azúcar, se pone actualmente al corriente de los precios y existencias de todos los grandes mercados del mundo.

Si, finalmente, se consideran los beneficios que las aplicaciones de la Mecánica á las artes en general han producido en el terreno económico, no solo son aquéllos incalculables, sino también de la mayor trascendencia para el orden social, pues, no solo han librado grandemente parte al hombre de la parte más pesada del trabajo, sino que han permitido aumentar considerablemente la producción, poniendo á la disposición de casi toda clase de gentes, objetos y comodidades antes desconocidos ó accesibles solo á una exígua minoría. Y, aún serían estos beneficios mayores y extendidos á más gente, sino fuera por el egoismo y avaricia de unos y la ignorancia, imprevisión y espíritu de destrucción de muchos,

que reteniendo el fruto del trabajo ó malgastándolo, impiden que sea fecunda simiente de nuevo trabajo y fruto. En las sociedades humanas, tanto cuanto son más complicadas y caducas, una parte mayor del trabajo, en vez de destinarse á la producción de las cosas de utilidad general, se destina á trabajos inútiles, y aún algunas veces destructores, como á medio de repartición de la riqueza.

Es verdad, que á estos grandes resultados han contribuído todas las ciencias, y de un modo preferente la Física y la Química, si bien aún éstas, al venir al terreno de las aplicaciones, en una gran parte vienen en forma mecánica.

De esta Mecánica, cuyas aplicaciones han traído en gran parte la civilización material á su actual estado, parece que la definición más completa que pueda darse es: que es la Ciencia del movimiento y deformación de los cuerpos, considerado en sí mismo ó en relación con sus causas; causas que, por más que en su esencia nos sean desconocidas, les llamamos fuerzas. Suponen muchos que, por el tacto, adquiere el hombre la noción de fuerza; y definen la Mecánica diciendo que es la Ciencia del movimiento y de las fuerzas, pero, parece más cierto que el único concepto que adquiere el hombre por el tacto es el de cuerpo externo que tiene sobre él una acción independiente de su voluntad. De todos modos, la idea de movimiento es anterior, más general é intuitiva que la de fuerza; y no es estraño, y puede ser que solo provenga de aquí, la opinión opuesta de los que sostienen que, las fuerzas no son nada en sí mismas, sino una modificación ó modo de movimiento, pues, teniendo el hombre un concepto de éste más claro, tiene tendencia á reducir á él lo que encuentra más complicado y obscuro, no porque sea tal vez más verdadero, sino porque le es más accesible, lo mismo que las teorías atómicas puede ser también que no provengan de otra cosa más, que de que, siendo el concepto de cuerpo sólido, más accesible, más palpable, que el de líquido ó gas, tiene el hombre tendencia á referir ó esplicar por aquel, todos los demás.

Cualquiera que sea el concepto que nos formemos de esta gran rama de la Filosofía Natural de la que casi constituye el tronco, antes que de ella tiene el hombre un sentido que puede llamarse sentido mecánico y del que, más ó menos desarrollado, la mayoría de gente no pasa, y que no obstante, ha sido la más fecunda simiente de progreso en el terreno de las aplicaciones de la Mecánica á las necesidades de la vida. Apoderándose la razón de este sentido, aquí como en otras cosas, ha constituído una ciencia que, reaccionando sobre el primitivo sentido, lo ha perfeccionado y ensanchado, viniendo de aquí un nuevo aumento y perfección en la ciencia y así sucesivamente, se llegó al punto en que una parte de la Mecánica, elevándose sobre sólo unos cuantos principios que forman como la quinta esencia del sentido mecánico, y dejando aparte todo lo demás; ha venido á constituir lo que generalmente se conoce por Mecánica racional, no porque sea irracional la otra parte, sino porque las deducciones lógicas de aquellos pocos principios constituyen un sistema verdaderamente fruto de la razón. Y es tan grandioso este sistema, que cuando se ha aplicado á determinar el movimiento de los astros, sus previsiones y resultados han sido tan completamente comprobados

por la experiencia, que bien puede decirse que aquéllos, con sus movimientos, escriben continuamente en la bóveda celeste la confirmación más grande que pueda darse de la exactitud de una ciencia y de la potencia de la razón humana.

Mas por grande que sea la satisfacción del hombre á la vista de tan brillantes resultados, en realidad no puede desconocerse que, si la Mecánica del cielo ha llegado á tal punto, ha sido principalmente por tres causas, que son: la grandiosidad sublime del objeto, la sencillez relativa del problema y la ser prácticamente aplicables las matemáticas. Si se tratara de determinar los movimientos de las hojas que el viento del otoño esparce, ni el objeto sería digno, ni la inmensa complicación permitiría aplicar los principios, ni las Matemáticas darían solución. Basta recordar que no se ha llegado todavía á la completa resolución del problema llamado de los tres cuerpos.

No ha faltado quien, exagerando la cuestion, como Laplace, Du Bois-Raymond y otros, ha pensado que todos los hechos del mundo pasado, presente y por venir venían comprendidos en una inmensa fórmula matemática, cuya resolución determinaría con precisión todo los hechos. Idea grandiosa, más estéril é inútil; aquella fórmula, aun cuando nos la dieran, se empezaría por no entenderla ni menos saberla resolver. Semejante á aquélla «Art general» del Beato Llull, por la que segun él decía:

«Pogra hom per mos libres metre el mon en bon cas»

y que, aplicada á la Astronomía, le hacía asegurar que forzosamente tenía que haber siete planetas justos, porque es la suma de tres y cuatro y también por fuerza doce signos en el zodíaco por ser el producto de los mismos números, que por sus combinaciones, juntos con los demás de la série natural, juegan un gran papel en sus cavilaciones, más bien se le puede disimular á aquel génio esta flaqueza, cuando seis siglos más tarde y después de tantos descubrimientos Hegel, á quien tantos alaban, aseguró como resultado de su sistema filosófico que entre Marte y Júpiter no podía haber ningún otro planeta, cosa que los hechos han desmentido por completo.

Con todo, no hay duda que el entendimiento de todos los grandes hombres y todas las escuelas, se ha dirigido siempre en este sentido, lo cual prueba que á todos atrae y aún la historia de las ciencias prueba, que á él se acercan cada vez que un principio más general permite la explicación de hechos esplicados antes por varios principios, que van siempre reduciéndose sin llegar á reducirse á uno solo, parece esta marcha del entendimiento humano, usando una comparación geométrica, á la de aquellas curvas que tienen asimptota á la que se acercan siempre sin alcanzarla nunca.

Observando los hechos presentes y estudiando lo que la historia guarda de las artes é industrias de los tiempos pasados se ve casi siempre, con contadas escepciones, que el progreso industrial ha venido por el tanteo y por casualidades, encontrando una cosa, buscando otras; y más bien, guiándose los que buscan, por el conjunto de los hechos conocídos, que da al hombre como una in-

tuición de las cosas, que no por deducciones de principios generales. ¿Cuántas y cuántas operaciones industriales y agrícolas se han practicado por largos siglos y por muchísimas generaciones, esperando que los progresos científicos del pasado siglo las explicara ó que aguardan aún quien las explique?

En este desarrollo y progreso, desde los tiempos primitivos hasta nuestros días, puede notarse que hay una parte técnica, poco mecánica, que ha sido por donde el hombre empezó, y que ha ido siempre aumentando y perfeccionándose, que son los útiles para trabajar y que, movidos á mano ó mecánicamente, constituyen la esencia y el medio material de ejecutar todas las operaciones mecánicas. De éstos, muchísimos representan un progreso colosal: es preciso fijarse en el desarrollo minero, metalúrgico y mecánico de nuestros tiempos, para darse cuenta de lo que, como progreso, representan las actuales agujas de coser á mano ó con máquina comparadas con las de hueso de la edad de piedra, en cambio otros, como los moldes de hacer ladrillos á mano, están en nuestros días en la forma misma en la que Wilkinson y otros han descubierto en los bajo-relieves del antiguo Egipto y que de seguro serían los mismos que usaron los descendientes de Noé para levantar la torre de Babel en las llanuras de Senaar.

Después de los útiles y en forma ya del todo mecánica, fueron inventándose los mecanismos para moverlos, en sustitución, más ó menos directa, de los brazos del hombre, progreso que lento, durante muchos siglos, ha sido extraordinariamente grande en los dos últimos. Apenas hay actualmente útil ó herramienta que no se mueva mecánicamente; y si bien son en gran número los mecanismos sencillos, en cambio los hay muy complicados en forma de conjunto, formando, en ciertos casos, máquinas tan notables que no es estraño que se las haya llamado autómatas; parece como si el genio de su inventor se hubiera encarnado en ellas, dotándolas de una sombra de inteligencia. No obstante, la amplitud de la ley de movimientos de todo mecanismo y máquina es pequeña y limitadísima cuando se compara con la de la mano del hombre, la cual viene siempre á corregir, completar ó modificar la acción de aquéllos, de aquí que cuanto más un trabajo es más complicado y variado, como fruto más directo de la inteligencia, tanto más interviene en su ejecución la mano del hombre. En este sentido es altamente cierta aquella expresión de Lamartine cuando dice:

«La main de l'homme, la seule machine de l'esprit.»

Los útiles, y los mecanismos después, fueron movidos primeramente á mano y aún muchísimos todavía lo son, á lo menos en parte; el primer paso para librarse del trabajo mecánico lo dió el hombre por la violencia y la astucia, echándolo sobre los demás hombres, dando lugar con esto á la cruel plaga de la esclavitud, que, en gran parte, solo se ha ido suavizando y desapareciendo á medida que el hombre ha logrado poner á su servicio las fuerzas naturales. Durante muchos siglos, fuera del viento y el peso del agua para mover molinos y algunos aparatos y el empleo general del viento para la navegación poco se adelantó, el gran progreso mecánico, el que verdaderamente revolucionó el modo

de ser industrial, económico y social del mundo entero fué la maquina de vapor. Nada se le puede comparar, como no sea la imprenta, en el orden intelectual. En el último tercio del siglo XVIII, Watt, dando forma práctica á los trabajos de sus predecesores, bien puede decirse que, con su máquina de vapor, abrió la puerta que separaba el trabajo escaso y fatigoso, del trabajo abundante y relativamente descansado. Si los grandes hechos que han cambiado el modo de ser de pueblos y naciones, se han tomado como á piedras miliarias para marcar las edades históricas, ningún hecho podría mejor tomarse para señalar un nuevo modo de ser de la industria y el comercio entre los hombres como el de la invención de la máquina de vapor.

La maquinaria para hilar y tejer hacía poco inventada, encontrando quien fácilmente la moviera, se extendió y perfeccionó rápidamente, cambiando, por completo, el modo de ser de una de las más importantes industrias, dando lugar todo junto á un considerable aumento en la construcción de los máquinas, aumento que desarrolló y perfeccionó el arte de construirlas; la necesidad de hierro y otros metales, lo mismo que la de combustible, dió poderoso impulso á la minería, la que de rechazo, aumentándose y perfeccionándose, impulsó todas las construcciones metálicas, y especialmente, la de maquinaria para todas las industrias, que, si importantes casi todas, pocas han tenido la trascendencia que ha tenido la fabricación mecánica del papel, que, siendo primera materia para la imprenta, impulsó á ésta en tal forma, que ha puesto casi en manos de todo el mundo lo que bueno y malo constituye el capital científico y literario de toda la humanidad.

Estos y otros hechos análogos, prueban que el gran progreso, en el orden material, y que ha influido también grandemente en el intelectual, ha sido el de lograr el hombre, en gran parte, hacerse substituir, como motor, por las fuerzas naturales, quedando reducido su trabajo á la parte directiva, vigilante é intelectual más digna de él y más propia de su naturaleza. Por este camino es que ha de continuar el progreso mecánico, un paso más se ha avanzado con la transmisión del trabajo á distancia en forma de energía eléctrica, que ha permitido aprovechar fuerzas hidráulicas antes perdidas, mas esta solución es restringida, el problema verdaderamente grandioso, y que, quien sabe si tiene Dios destinado al actual siglo para resolverlo, es el del almacenamiento de la energía en forma parecida al almacenamiento de la energía del calor solar de miles de años atrás, en forma de carbon del que ahora nos aprovechamos. Los acumuladores eléctricos, el acetileno del carburo de calcio, y algunas reacciones electrolíticas, parecen señales precursoras de un gran acontecimiento que nace. El día en que electro-mecánicamente se pueda fabricar industrialmente petróleo, liquidar ó solidificar, solo ó combinado, el hidrógeno ú otro cuerpo, en forma de cuerpo de gran potencia calorífica; económicamente, este problema qnedará resuelto; entonces, no solamente la energía mecánica que hace siglos se pierde entre ruido y espuma en los saltos de todos los rios podrá ser aprovechada, conservada y transportada á todas partes,

como ahora el carbón ó el petróleo, sino que fuerzas como la del viento y quizá la de las ondas del mar, quedarán al servicio del hombre como fuentes de trabajo y de calor, á un tiempo.

Después de estas consideraciones, se echa de ver la importancia que ha de tener la dirección y el sentido que se dé á la enseñanza de la Mecánica en vista de sus aplicaciones á la industria, y de su influencia en el progreso industrial.

Hay que observar, en primer lugar, que siendo el objeto final de la Industria, comercial y económico, la Mecánica, como medio, en tanto será útil en cuanto contribuya á este fin, de aquí que habrá muchas cuestiones de alta importancia científica que industrialmente serán inútiles, lo mismo que otras de utilísimas aunque científicamente muy secundarias.

El tiempo, que en la Mecánica racional acostumbra á no ser más que la variable independiente, en la Industria es dinero. Por otra parte hay que notar que la Mecánica, no solo por su conjunto, sino por sus diversas partes, tiene muy diferente importancia en las diversas industrias. Las hay que, por más maquinaria que usen, son puramente mercantiles; aquélla ocupa un lugar secundario al lado de la organización administrativa, otras aunque muy mecánicas están supeditadas al Arte por la naturaleza artística de los productos que elaboran, y en otras, aunque también mecánicas en su conjunto, domina en ellas el empirismo, sobre todo en forma físico-química. Donde tiene más importancia la Mecánica es en las industrias usualmente llamadas de la construcción, sea de edificios ó estructuras fijas, sea en la de aparatos y máquinas industriales, teniendo algunas un conjunto científico tan elevado que sus productos bien puede afirmarse que constituyen la forma material de varias ciencias, tales son: la fabricación de instrumentos de Astronomía, Geodesia, Física y en general todos los de medir; y tanto es así, que indirecta y á veces directamente, han sido construídos por hombres eminentes en las ciencias. Ni siquiera en éstas, donde es tan interesante, puede precisarse la importancia relativa de sus partes y la misma clasificación ó división clásica en Cinemática, Estática, y Dinámica, tan útil para el orden del estudio, tiene gran importancia en las aplicaciones ya que la realidad no hace abstracción de nada, debiéndose resolver las cuestiones, en la práctica, integralmente con toda su complicación. Tales movimientos que serían posibles considerándolos sólo en líneas ó superficies como en lo que ahora algunos llaman Geometría Cinemática, no lo son materialmente, porque las piezas han de tener grueso y no se podrían construir. Los movimientos de ciertos mecanismos, posibles en su concepto cinemático, no lo son en la práctica, á causa de los rozamientos, y algunos pueden ser modificados, simplemente por un poco de polvo ó unas gotas de aceite. Tampoco pueden, con precisión, fijarse las cuestiones que en las aplicaciones pertenezcan sólo á la Estática. Tal estudio de carril ó de viga de puente lo será, para cargas movidas lentamente, que será uno de Dinámica complicadísimo, si se consideran sus oscilaciones elásticas, bajo la acción de cargas rodantes y oscilantes rápidas ó la acción

de un tren que, por frenarse, para bruscamente sobre él. ¡Cuántas construcciones sobrado resistentes para las cargas á que parecían estar sujetas, han caído al empuje del agua ó al soplo del viento! ¡Cuántas, y cuántas piezas de maquinaria que, no solamente habían sido calculadas para resistir á fuerzas muy superiores á las á que estáticamente estaban sujetas, sino que habían resistido largo tiempo, han caído después á pedazos por una sacudida, una dilatación, ú otro accidente! Este punto de la resistencia de las piezas sujetas no solo á cargas, sino al trabajo, á fuerzas vivas y de inercia, y al desgaste, es un punto importantísimo y que con todo y haber sido objeto de algunos estudios muy elevados y extensos, no ha recibido todavía una resolución aproximada, en forma sencilla, y de fácil aplicación, como requiere su gran importancia en la práctica de construir. Y aún todo esto, dejando á un lado la acción incalculable de aquellas pequeñas é innumerables fuerzas, que transformándolo todo, acaban, con todas las obras humanas, bajo la acción contínua y paciente del tiempo.

La Dinámica es verdaderamente ciencia general á la que deben referirse todas las cuestiones de espacio, materia y tiempo, importantísima como ciencia, pero deficiente para la resolución de las cuestiones complexas y variables que se presentan en el terreno de la industria. El afan de plantear matemáticamente problemas mal conocidos, ha hecho perder muchísimo tiempo, y producido errores numerosos. Vale mucho más formarse una idea clara y de conjunto, aunque solo sea aproximada, de una cuestión, aunque ésta no pueda plantearse matemáticamente, que no sobre un conocimiento inexacto ó errado edificar un gran desarrollo de cálculo, sin utilidad. Es verdaderamente de un gran buen sentido el consejo que el ingeniero-constructor de instrumentos de Geodesia, Salmoiraghi, da en su obra «Instrumenti é metodi moderni di Geometría applicata» cuando siguiendo al ilustre Plana dice, que «primo di misurare bisogna vedere.»

Sin duda que los Discorsi de Galileo, las Obras de Huygens y sobre todo los Principia mathematica philosophie naturalis de Newton fueron una sacudida poderosa que derribó la antigua física aristotélica, y dió base matemática á la Mecánica, á la Optica y sobre todo á la Astronomía, que completó en su conjunto Laplace con su inmortal «Traité de Mecanique céleste» junto con los trabajos de Euler, Gauss, Clairaut, Cauchy, Poisson y otros, dando, como ningún otro, Lagrange en su famosa «Mecanique analytique» un método general de Dinámica. Con todo, estas grandes obras poca influencia ejercieron en el desarrollo y progreso industrial que, desde la antigüedad mas remota se había ido desarrollando empíricamente en forma de sentido mecánico. Lo que fuera este sentido lo revelan los relieves, las esculturas y las mismas obras construídas por aquellos pueblos, hace muchos siglos desaparecidos. También lo indican lo que de algunos antiguos escritos se ha conservado, como en la edición de Thevenot y La Hire del «Veterum mathematicorum» que trata especialmente de las antignas máquinas de guerra. La coleccion de herramientas, máquinas y algunos procedimientos industriales, hechos por Besson, á últimos del siglo XVI en su «Theatrum ins-

trumentorum et machinarum» y otros semejantes; lo mismo que, en aparatos de relojería y autómatas célebres como los de Vinci, el tocador de flauta de Vaucanson, los jugadores de ajedrez de Kempelen y otros. Este sentido mecánico fué el que inspiró la manera mecánica de trabajar el hierro á aquellos antiguos metalurgistas ó «fargaires» de las hondonadas pirinaicas que han transmitido á la historia de la siderurgía su procedimiento de trabajo, con el nombre de forja catalana, y del que todavía queda algún resto en forma de forja de cobre en el Montseny y en el valle del Freser, el que inspiró á hombres como Arkright que era peluquero, Crompton que era labrador é hilador, Wyatt, Lewis, Kay, Cardright, Jacquard y otros que transformaron en industrias mecánicas, las antiquísimas artes de hilar y tejer, lo mismo que, á aquellos antiguos hiladores de los alrededores de Berga y Sallent que inventaron y trabajaron largos años, con aquellas máquinas de hilar llamadas «bergadanas», solo sobrepujadas por las mull-jennys y selfactinas, y que, con todo y ser una de las pocas glorias mecánicas é industriales de nuestro país, aguardan aún quien vaya á recoger su historia y descripción, desde algún montón de hierro viejo ó de la boca de alguno de los pocos sobrevivientes de los que las vieron trabajar y que quien sabe si sentado en el «escón» de alguna «masía», aguarda, antes de morir, quien vaya á recojer la descripción, no sea que así como se perdió el uso se pierda también el recuerdo.

Este mismo sentido fué el que, en gran parte, inspiró á Watt y á Fulton, á Ericson y Stephenson para llevar á cabo los progresos mecánicos más grandes que recuerda la historia del comercio y de la industria humana. Sin duda que todos, y sobre todo los últimos, tendrían ciertos conocimientos de Mecánica experimental, y aun algunos principios científicos, pero seguramente serían reducidos si se atiende á que, los escritos y tratados en forma científica, la mayor parte no habían aún aparecido y los pocos que había eran solo conocidos de las poquísimas personas dedicadas en aquellos tiempos á esta clase de estudios. Aun, en nuestros días es cosa bien notada que la casi totalidad de los progresos de la maquinaria industrial son debidos á personas cuyos conocimientos en Mecánica son solo elementales, si bien completados por la experiencia: la invención de las selfactinas, peinadoras mecánicas, máquinas contínuas para fabricar papel, maquinaria molinera, telares automáticos, maquinaria para trabajar los metales automáticamente y tantos y tantos otros ejemplos que pueden citarse son una prueba de ello. De seguro que hay más fórmulas, y alta Mecánica matemática, en las tésis de doctorado ó exámenes de ingeniería de cualquier estudiante de hoy día, que en la totalidad de trabajos de aquellos hombres que dieron forma y desarrollo mecánico á las antiquísimas artes industriales manuales.

La importancia de estas cuestiones dió, sino nacimiento, al menos gran desarrollo á otra forma de Mecánica que, con el nombre de aplicada, industrial ú otro y fundada muy directamente en la observación ha venido á ser como la forma científica del sentido mecánico y á ayudar notablemente al progreso industrial. Después de lo poco que de la antigüedad se conserva, los primeros trabajos en

este sentido son seguramente los de Galileo y Torricelli sobre el movimiento del agua, los de Muschembroeck y Amontons sobre el rozamiento, publicados éstos en 1699 por la Academie des Sciences de París, los de Coulomb y, mucho más importantes y poco conocidos, los de Bellidor, hijo de esta Ciudad y aquí casi desconocido, que publicó en Francia á principios del siglo XVIII la «Science des Inginieurs» y la «Architecture hydraulique», obra. esta última, de tal importancia, que un ingeniero y matemático tan eminente como Navier creyó útil reimprimirla casi un siglo mas tarde, anotándola para ponerla al nivel de los adelantos de su tiempo. El tratado metódico más completo que primero apareció en este sentido, es sin duda el de Poncelet: «Cours de Mécanique appliqué aux machines» publicado en 1826. La nueva orientación es notable; basta comparar esta última obra con la «Mécanique analytique» de Lagrange, sin una sola figura, con la «Mécanique philosophique» de Prony, algo extraña en su forma y no más filosófica que otras, ó con los trabajos de Poisson, Cauchy y tantos otros. En las obras publicadas después. se notan dos tendencias opuestas; las unas, volviendo á las deducciones matemáticas de los principios generales; las otras, en forma completamente empírica y experimental. La hidráulica es tal vez la parte que presenta un escalonado más gradual de formas, desde los tratados que parten de las célebres ecuaciones de Euler que. planteando todos los problemas, apenas si resuelven ninguno, hasta la «Hydraulique experimentale» de Lesbros, premiada en 1850 por la Academie des Sciences de Paris, y que. en 509 páginas apenas, no contiene mas que tablas y resultados de experiencias. Los autores franceses y alemanes, en general, se inclinan más á lo primero, los ingleses, y aún más los norte-americanos, adoptando los principios generales, tienden siempre á la sencillez, la facilidad de las aplicaciones, la seguridad de los resultados, fijándose cuanto más directamente mejor en los resultados de la experiencia, sin dejarse llevar de ideas generales, escogiendo del conjunto de resultados adquiridos, vengan en la forma y de donde quieran, los mejores medios de llegar al fin, cosa que constituye la esencia del sentido práctico.

Años atrás, y aun mucha gente hoy día, se escandalizaría de leer en el prefacio del formulario de ingeniería de Trautwine, cuando al hablar de los autores que ha utilizado dice: (*) «el autor no incluye á Rankine, Mosseley y Weisbach, porque aunque sus libros son obras maestras del entendimiento y exhiben una profundidad de conocimientos más allá de á lo que llega el vulgo, con todo, su lenguaje es también tan profundo que muy pocos ingenieros pueden leerlos. El autor mismo, habiendo desde largo tiempo olvidado las pocas altas matemáti-

(*) The writer does not include Rankine, Moseley and Weisbach because, although their books ar the productions of master-minds, and exhibit a profundity of knowledge beyond the reach of ordinary men, yet their lenguage also is so profound that very few engineers can read them. The writer himself, having long since forgotten the little higher mathematics he once knew, can not. To him they are but little more than striking instances of how completely the most simple facts may be buried out of sight under heaps of mathematical rubbish.

cas que en otro tiempo sabía, tampoco puede conocerlos. Para él, son aquéllas, poco más que palpables muestras de cuan completamente los hechos más sencillos pueden hacerse perder de vista bajo un cúmulo de tropiezos matemáticos.» Parece que esto es algo exagerado, pero mientras aquí á uno que hiciera tales declaraciones se le mandaría otra vez á la escuela, en el Norte América y en Inglaterra se han hecho, desde la primera edición de Philadelphia en 1876, diez y siete ediciones con sesenta mil ejemplares, siendo de notar que, precisamente su objeto, es la construcción, que es donde la Mecánica matemática tiene más aplicaciónes.

Los principios generales de la Mecánica, es verdad que constituyen la base científica de la construcción, tanto para el ingeniero como para el arquitecto, mas no bastan, se necesita, además; conocer las propiedades físicas y químicas de los materiales que se emplean, algunas veces sus condiciones artísticas y siempre las económicas; se necesita saber como los materiales se trabajan, el modo de unirlos, transportarlos y montarlos, como se conservan, se desgastan y reparan; su duración, precios y otras menudencias, todas importantes, y que no vienen sujetas á ninguna ley general; y se equivocaría por completo el que pensara, que aquellos grandes monumentos analíticos de Lagrange, Sophie-Germain, Cauchy, Stokes, Green, Maxwell, Kirchhoff, Clebsch y otros matemáticos eminentes, sobre la teoría matemática de la elasticidad, son suficientes ó que han de servir de gran cosa en la práctica de la construcción. Basta con reflexionar, que, aún en el caso de suponer los cuerpos isótropos, no solo son aquellos estudios larguísimos, sino discutibles, y discutidos en algunos puntos, de manera que, en la mayoría de los casos de la práctica en que son anisótropos, no solo las dificultades serían inmensamente mayores sino que se empezaría por desconocer su estado de elasticidad inicial. Los actuales estudios sobre micro-metalurgia, sin ser tampoco de grandes resultados, han arrojado no obstante bastante luz sobre la estructura de los metales. Aun la misma aplicación de los principios generales que, tanto son de admirar, en obras como los puentes de Brooklyn y del Forth, la torre Eiffel, y tantos otros monumentos de la construcción moderna, no siempre ha dado buenos resultados y demostrado ser siempre superior al sentido mecánico; la caída de varios puentes del sistema articulado en el Norte-América, y otras construcciones de aquí Europa son de ello una prueba, y de seguro que el genio que inspiró á aquellos hombres que elevaron las seos de Gerona y Barcelona y tantas otras obras mucho más antiguas, sentado sobre alguno de aquellos puentes que la envidia de unos cuantos y la ignorancia de muchos atribuyó al diablo, habrá mirado más de una vez, con sonrisa de burla pasar arrastrados por el agua los desechos de obras caídas, y llenos todavía de trazados de Geometría y de fórmulas algebraicas.

Las aplicaciones de las matemáticas á la práctica industrial en general, presentan un defecto debido á su esencia, que es su absoluta exactitud. Ningún caso práctico necesita una resolución absolutamente exacta, lo que necesita es, relativa

seguridad; vale más el cálculo aproximado basado en experiencias relativamente seguras, que el estudio más elevado fundado en hipótesis. En la práctica, la exactitud ha de ser verdadera, no condicional ó hipotética, aunque venga cubierta por la más elevada forma matemática. Permitiendo ésta la escritura ideográfica, facilita las deducciones de tal manera, y sin fatigar la memoria, que con justísima razón hace notar Balmes, al tratar de la Gramática general, lo notabilísimo del caso de que una ciencia tan colosal y tan vasta como la Matemática, provenga en gran parte de la perfección de su escritura. Igual observación podría hacerse respecto á la forma gráfica, como medio de exposición y de investigación. Dicho sea de paso, esta perfección que tanto admiraba Balmes, ahora empieza á perderse, debido al aumento de notaciones, empleadas, y parece que sería sumamente útil, que en algún Congreso de matemáticas, como el celebrado últimamente en París ó como los que celebra periódicamente la «British Association» ó tal vez mejor en algún gran periódico ó repertorio de matemáticas, se abriera una amplia y libre información para aclarar, simplificar y fijar las notaciones, facilitando así el estudio de esta gran ciencia.

Por otra parte, la enseñanza de las matemáticas como auxiliares de la Mecánica, la Física y la Química aplicadas á la Industria, necesita notable reforma. Esta ya ha empezado; el tratado de Holzmüller «Die Ingenieur Mathematik» ya es, si bien en forma clásica, una selección de lo más aplicable; más radicales son ya el «Graphical Calculus» de Barker, y los tratados «Calculus for engineers» de Smith, y más aún, el de Perry basados en gran parte en la idea, de que las matemáticas para el ingeniero son una herramienta de trabajo intelectual, como la lima ó el cepillo lo son de trabajo manual para el cerrajero ó el carpintero; dando á la exposición, la forma más sencilla é intuitiva posible, y de aqui, el que hagan gran uso de la forma gráfica.

Son muy notables, sobre este asunto, las opiniones emitidas por los más eminentes profesores de matemáticas y de ingeniería de Inglaterra, en la reunión de la «British Association» tenida en Glasgow en 1901, para tratar del mejoramiento de esta enseñanza. No hay duda que en ésta, bajo el punto de vista de las aplicaciones, se ha abusado mucho de la facilidad de las demostraciones, haciendo consistir muchas veces en éstas toda la enseñanza, lo que, si bien sirve para desarrollo de la inteligencia, trae también el inconveniente, que se observa con frecuencia, de no saberse aplicar aquello mismo que se ha demostrado, Todo lo que en la práctica usual es útil, debería enseñarse á aplicarlo, aunque su demostración, por larga ó difícil ó por la preparación que exigiría, no pudiera enseñarse; lo contrario sería tan falto de buen sentido como privar al negociante del cálculo de intereses y amortizaciones, porque no sepa la teoría analítica de los logaritmos ó al cocinero, el uso del carbón porque ignore la teoría de la combustión. Con demostración ó sin ella, no debería haber teoría de utilidad algo general que no se enseñara á aplicarla con rapidez y seguridad á ejemplos, no parando hasta obtener los resultados en forma numérica, discutiendo su exac-

titud y significación; y comprobando los resultados, aunque fuera experimentalmente en los casos en que fuera posible.

Esta idea de la parte útil de las matemáticas no ofrece novedad; parece que ya la tenía Sócrates al decir que de Geometría sabía un hombre bastante con la suficiente para medir un campo; y debía ser esta idea ya general antes de él cuando etimológicamente tiene análoga significación la palabra Geometría; no obstante, aquel hombre eminentísimo de seguro encontraría que hoy día, para muchas artes é industrias, se necesita saber bastante más.

Teniendo para la práctica tanta importancia las resoluciones rápidas, aunque solo sean aproximadas, con tal de que se pueda formar concepto de su grado de aproximación, debería, en la enseñanza, darse la importancia que merecen, la construcción y, uso de tablas, cuadros y trazados gráficos como lo que algunos llaman ahora nomographia que dan soluciones de fórmulas racionales ó empíricas, lo mismo que, á los trazados gráficos indicadores de la marcha de un fenómeno y los que ya hace tiempo con los nombres de diagramas, características ú otros tan usados son en toda clase de ingeniería.

Si, después de considerar lo que parece que debería ser la enseñanza y aplicación de la Matemática á la Mecánica, bajo el punto de vista del progreso industrial, uno se fija en lo que debería ser esta como á observación de los hechos, base para la aplicación de aquélla, no puede menos de reconocerse la importancia grande é insubstituible del laboratorio de mecánica. Es éste, en el terreno de la Mecánica, la realización de aquel gran principio que encabeza esta Memoria, y cuya suma importancia sentía también Roger Bacon, cuando, en su «Opus majus», decía: «Sine experientia nihil sufficienter sciri potest.» Antiguamente no se habría concebido un laboratorio de Mecánica; ahora no se concibe una buena enseñanza en el sentido industrial, sin laboratorio. La razón estaba en el gran atraso de las aplicaciones de la Mecánica á la Industria, comparadas con las grandes concepciones astronómicas y físicas que formaron una fuerte tradición en el terreno de la Mecánica, y prueba de esto es, que, los Estados Unidos que no la tenían, por razón de su atraso científico, al emprender la marcha, sin trabas ni sujeciones á costumbres establecidas, se han colocado en este camino, al frente de todos. Estos laboratorios están hoy estendidos por todas partes, hasta con caracter particular, como el inglés de Kirkaldy, que fué uno de los primeros en fundarse, dedicándose á ensayos sobre la resistencia de los materiales. Los antiguos y eminentísimos maestros de la Mecánica, quedarían de seguro muy sorprendidos, al ver el giro que ha tomado esta enseñanza en el Polytechnicum de Zürich, el Reichenansstalt de Charlotenbourg y, sobre todo, en los grandes establecimientos americanos de enseñanza como el Stevens Institute, el Sibley College, y ahora últimamente, en la grandiosa Universidad de San Francisco de California.

El laboratorio, tanto para esta ciencia como para las demás, no es más que un nuevo paso dado en la enseñanza. De la enseñanza puramente oral, vino la descriptiva por medio de figuras, luego el museo, donde, representados en mayor ó

menor escala, se vieran los objetos como son exteriormente. Mucho más perfecto é instructivo fué y es, el museo, donde los objetos no solo se ven exteriormente, sino en secciones que hagan visibles las partes internas de aparatos ó máquinas, usualmente más interesantes que las vistas externas; por último, el laboratorio, que es un museo de movimiento, donde la persona que estudia no solo ve las cosas en todos sus detalles internos y externos, sino que puede hacer pruebas, ensayos y medidas sobre las mismas y sobre su funcionamiento.

Finalmente, el laboratorio, parece que debería tomar y de seguro irá tomando más desarrollo en el sentido analítico y de investigación, en el de estudiar las propiedades primeras y elementales de la acción de unos cuerpos sobre otros, en el modo de actuar de los útiles y herramientas, mecanismos y máquinas, y en el de la naturaleza y las condiciones de las diferentes operaciones mecánicas elementales que forman, solas, combinadas, ó modificadas más ó menos las unas por las otras, el conjunto de todo el trabajo mecánico industrial. Hace tiempo que, poco á poco, se ha ido adelantando por este camino por el que falta todavía muchísimo que andar.

El sistema experimental es insubstituible, ya que la mayoría de los hechos naturales son tan complicados que, la inteligencia no llega á abarcarlos, mientras que los sentidos dan de los mismos, no solo un conocimiento intuitivo, sino que también sugestivo para el conocimiento de otros. Es el pensamiento que siglos atrás expresaba Llull en su «Llibre de Contemplació de Deu tot poderós» cuando decía «.... E mas com los homes Senyor moltes de vegades encerquen e cuyden entendre segons curs sensual la obra que va segons curs entellectual E la obra que va segons curs sensual cuyden entendre segons curs entellectual per asso Senyor son los homens enganats é decebuts en les obres de natura.... .... E car no es Senyor null home que pogues apercebre ni saber tota la propietat ni la conveniencia que la caramida e la agulla han en natura. Com la agulla Regira en la dressera de la tremuntana per lo tocament que fa en la caramida...» Punto notable no solamente para el objeto de que aquí se trata, sino también porque prueba que aquí, siete siglos atrás, tenía ya nombre propio la piedra imán, era corriente el uso de la brújula para señalar el norte, y conocido el acero y el modo de imanlo.

Una prueba clara de la utilidad de la experimentación, no sólo para aprender, sino como medio educativo de las facultades intelectuales, se ve muy á menudo en simples operarios que tienen afición al trabajo que ejecutan, y que llegan á tener de lo que hacen, un conocimiento intuitivo, un tacto y una facilidad de atinar á lo que hay que hacer, á la que dificilmente llegan personas dadas solo al estudio, aunque de conocimientos sin comparación más extensos y elevados. Si los primeros tuvieran conocimientos generales, y los segundos el sentido mecánico más desarrollado por la atenta observación de los hechos, unos y otros llegarían sin duda á mucho más. Esta facultad de atinar en lo que hay que hacer con facilidad y rapidez, y que, en tanto grado desarrolla la experimentación,

no solo constituye la gran cualidad del hombre práctico, sino que ayuda poderosamente al progreso industrial.

Además de la gran utilidad del laboratorio de Mecánica como á medio de enseñanza, tiene otra muy grande de utilidad general como á medio de investigación. Esta ha sido casi hasta la actualidad, en gran parte individual y aún continúa siéndolo; mas las fuerzas y medios individuales son usualmente demasiado pequeños para empresas algo grandes, y de aqui el mayor resultado de los esfuerzos colectivos. Es incalculable lo que cada año se gasta y se pierde en ensayos y pruebas industriales, cuyo resultado negativo ya podia preverse ó que dándolo, podría encontrarse mejor y más rápidamente, disponiendo de más medios y conocimientos. Con lo que se gasta y se pierde cada año en tiempo y en dinero para encontrar el movimiento contínuo, y otras quimeras análogas; se podría dar enseñanza mecánica á mucha gente. A este trabajo de investigación experimental se deben una gran parte de las aplicaciones de las ciencias en el siglo pasado, y la casi totalidad de los progresos industriales de nuestros dias.

Así, pues, el laboratorio, más ó menos extenso, debería no solo formar parte inseparable de toda enseñanza de Mecánica aplicada á la industria ó á la construcción, sino que además, dentro de la posibilidad de cada uno de ellos, deberían verificarse trabajos de investigación industrial, especializándose más ó menos cada uno á un grupo de éstos, y dejando los asuntos más elevados y costosos ó que requirieran excepcional exactitud como la investigación de hechos importantes, determinación de constantes fundamentales, y leyes generales, á laboratorios especiales, sea de carácter nacional ó aún internacional ó universal, como con profundo buen sentido habian pretendido tener las antiguas Universidades, aunque sin conseguirlo, por el caracter corporativo particular y muy á menudo esclusivista que las animaba. Empero y á haber bastantes laboratorios dedicados al estudio, y aún más, al ensayo de la resistencia de los materiales, sea en los establecimientos de enseñanza de ingeniería en general, sea en grandes establecimientos de construcción, y con caracter tan marcadamente especial, puede que haya pocos, ó tál vez ninguno, como el de la «Holyoke Power Company» del Masachussetts, dedicado casi exclusivamente al ensayo de turbinas y aforos de aguas, y que realiza en el terreno de la hidráulica el deseo que manifestaba el gran físico y mecánico Hirn para el de la aereodinámica, cuando, al tratar de la constitución de los gases, declaraba la utilidad que para la Mecánica tendría el que algún ingeniero, favorecido por la fortuna, dedicara sus medios de acción y sus trabajos al estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los gases, y particularmente del aire. Y ya que de Hirn y de laboratorios de mecánica se trata, no estará por demás hacer resaltar su gran figura como á mecánico matemático-experimental, cualidad en la que pocos le igualan y quizá ninguno le aventaje. Dejando aparte el conjunto de sus trabajos, bastará recordar sus célebres experiencias sobre el funcionamiento de la máquina de vapor, las que, junto con las de Leloutre y Hallauer, formaron la base de la llamada escuela alsaciana

que dió de aquel funcionamiento, una esplicación bastante completa después de más de un siglo de construirse más ó menos á tientas, las máquinas de vapor, y haberse propuesto sobre su modo de acción varias teorías, algunas de ellas con pretensiones científicas bastante elevadas. Ejemplo digno de notarse además, por cuanto Hirn, lo mismo que, otros muchos hombres eminentes, en el terreno mecánico industrial, no había recibido más enseñanza escolar que la elemental.

Todas estas consideraciones sobre la utilidad y casi necesidad del laboratorio de Mecánica para la enseñanza, es claro que no quitan nada de la importancia grande que tiene la parte racional, sino que la limitan á lo que tiene de base firme y segura y la completan en aquéllo á lo que no puede todavía llegar.

Por fin, la Mecánica racional, no hay duda de que, como ha sido desde Galileo y Newton continuará siendo el medio más poderoso de investigación racional dentro de la Filosofía natural, la guía para reducir cada vez más á un menor número de principios la inmensa variedad de los hechos, no en forma hipotética hija de la imaginación que, fundamentando sobre definiciones á priori, distinciones y clasificaciones, acaba en dificultades y discusiones sin fin, haciendo de lo que muy á menudo se llama ciencia, nada más que la forma sublime de la vanidad humana; sino en aquella otra forma de «semper et patienter» que, el gran Newton aconsejaba para el estudio, trabajando con constancia y paciencia, no con la mira y el afán de las cosas útiles, que ya vienen y en gran manera por añadidura, sino tan solo por amor al conocimiento de la Verdad. Fin verdaderamente grande, aunque se limite al conocimiento de la Naturaleza en la que se ve desplegada una sabiduría y sublimidad tan grande, que no puede menos de admirar y confundir al hombre á la vista de tanta grandeza, y que, por más que se avance en su conocimiento quedará siempre verdadera aquella sentencia del Eclesiastés, cuando dice: «..., et mundi tradidit disputationum eorom, ut non inveniat homo opus, quod operatus est Deus ab initio usque ad finem.»

He dicho.

CONTESTACIÓN AL DISCURSO DE RECEPCIÓN

del Académico

D. José Tous y Biaggi

leída en Junta general extraordinaria del 8 enero 1905

por

D. José Domenech y Estapá

Una de las concordancias más generalmente admitidas, es, sin duda la del saber con la modestia, y si no fuera una verdad perfectamente comprobada la que acabo de sentar, hallaríamos hoy una de sus confirmaciones más concluyentes, en el distinguido ingeniero y docto Catedrático de la Escuela especial de Ingenieros industriales de Barcelona á quien acabamos de oir, en su sobria y bien pensada memoria que no contiene una palabra más de las que necesita para expresar lo que quiso, y en cambio reune multitud de consideraciones y de conceptos que, por sí solos, indican lo que vale y cuanto puede esperar de D. José Tous y Biaggi esta Real Academia, al incluirle entre los destinados á sostener su honroso abolengo.

Comprendereis que ha de ser muy grato para mí, el haber sido designado para contestar á tan ilustre electo, si teneis en cuenta que, el nuevo Académico fué mi compañero de estudios en la Facultad de Ciencias de nuestra Universidad, que, de los mismos profesores oimos las primeras nociones de matemática pura que sirven de base común á todas las ciencias aplicadas, y que, juntos entramos en el vestíbulo de ese templo hoy tan soberbio que constituye la Ciencia humana, iniciándonos en la teoría de las funciones, en el sublime cálculo del mundo infinitesimal, y por fin, en la ciencia mecánica, que, aunque matemática por esencia, es por su relación íntima con los hechos naturales, un verdadero tránsito entre las ciencias exactas y las físicas, ya que en muchos de sus problemas llegamos á dudar, algunas veces acerca de cual de las dos tiene en ellos su más decisiva preeminencia.

Sus aficiones y su espíritu, enamorado de los progresos industriales, llevaron á Tous al ejercicio de una carrera esencialmente práctica en su desenvolvimiento, y con tanto lucimiento realizó sus estudios, y con tal firmeza de convicciones científicas ensanchó sus conocimientos, que hoy le vemos, muy merecidamente por cierto, desempeñando una de las más importantes cátedras de la Escuela destinada á suministrar ingenieros directores para nuestra industria, tan necesitada de su auxilio, si queremos que pueda ponerse en parangón con la de otros países más adelantados.

La lectura del trabajo que acabais de oir, es la demostración más palmaria

de cuanto llevo dicho. Veis en él, al mecánico industrial que presta el homenaje debido á la ciencia pura, que reconoce en ella de buen grado, el origen de muchos de los adelantos industriales, que acepta la indiscutible influencia del adelanto puramente científico y considera á la Mecánica racional como el medio más poderoso de investigación, dentro de la Filosofía natural, pero que, cuando se trata de la enseñanza de la Mecánica aplicada, como profesor y como didáctico, cree que no debe exagerarse el espíritu de demostración, y que no es conveniente acudir siempre á las abstracciones propias de las ciencias racionales, antes recomienda la formación de tablas, cuadros y trazados gráficos, y sobre todo el trabajo práctico y experimental realizado en laboratorios *ad-hoc* dispuestos y que sirvan principalmente para la educación y desarrollo de lo que llama *sentido mecánico* del hombre.

Todas las ciencias en su desenvolvimiento tienen un primer periodo experimental, ayudado sin duda por esos principios racionales que son de evidencia inmediata; é indispensables al hombre en sus primeros raciocinios; y que si dentro de las ciencias morales constituyen el *sentido común,* en las exactas los llamamos sentido *geométrico*, *algebraico* ó *mecánico*, y el que en el arte bello designamos por *inspiración*.

Este periodo es sumamente exiguo en la Aritmética y Algebra y Cálculo infinitesimal, es algo más extenso en la Geometría, y de excepcional importancia en la Mecánica racional, en la que á las nociones de masa y fuerza, deben unirse los principios de inercia, de la acción y de la reacción, de la independencia de movimientos producidos por diversas fuerzas, y por fin, el de la conservación de la energía, tan moderno como pródigo en corolarios, y por medio del cual tantos fenómenos antes incomprensibles se han podido hoy explicar.

Claro es que estos principios, que constituyen leyes fundamentales dentro de la Mecánica racional, han debido ser deducidos de hechos experimentados por el hombre, constituyendo como una quinta esencia de todos ellos, obtenida á fuerza de trabajos de observación y abstracción subsiguiente, pasando de los resultados materiales y concretos á las afirmaciones abstractas que constituyen el segundo periodo en toda ciencia, y de cuyo desarrollo y discusión emergen luego el sinnúmero de verdades que constituyen aquéllas, formando de la misma la parte llamada vulgarmente teórica.

Pero viene luego el tercer periodo, el más prosaico sin duda, pero necesario y fatal si queremos deducir algo práctico de todas las elucubraciones humanas, y éste es el de las aplicaciones; y entonces, hemos de volver á descender de la región purísima de lo *abstracto*, á la limitada y sujeta á infinidad de contingencias de lo *concreto*. En ella, ya no podemos limitarnos á considerar el movimiento de un punto material indivisible y sin dimensión alguna, ni tampoco podemos suponer al cuerpo como un conjunto invariable de puntos, sino que hemos de tener en cuenta en él, su mayor ó menor densidad, la homogeneidad ó heterogeneidad en su masa, la cohesión distinta que puedan presentar sus moléculas, la pérdida de

velocidad por su roce con el aire ó con otros cuerpos con que se halle en contacto, el cambio de su forma por la compresión que sufre al serle aplicada una fuerza, y otras innumerables contingencias que complican de un modo á veces insuperable el mismo problema que, en Mecánica racional, resultaba sumamente fácil.

Comprendo lealmente que el que se dedica á las ciencias aplicadas prefiera á veces pasar del primer periodo al tercero sin tocar en el segundo, y también es un hecho que muchas veces la experiencia y el sentido mecánico obtienen resultados suficientemente exactos para los fines que se propone el industrial, pero, esto que se comprende sólo como posible dentro de todas las ciencias, ya que las demostraciones de muchas verdades geométricas, y hasta analíticas, han venido después de su descubrimiento ó adivinación, es mucho más frecuente en la industria en que se introduce un factor más en el intrincado problema á resolver, y éste es el factor económico.

¿Quién duda que preferirá el industrial un procedimiento que, aunque no sea muy racional en sus aplicaciones, y en su desenvolvimiento ó del cual no pueda darse una cumplida explicación, mejore en cambio las condiciones económicas del producto obtenido?

Creo, pues, firmemente y abundo en iguales ideas que mi estimado amigo Tous respecto á la necesidad que se siente de numerosos y bien montados laboratorios, para que la práctica de la enseñanza dentro de la Escuela especial sea una verdad; también convengo en que la enseñanza dentro de aquella Escuela sea más práctica que teórica; pero, fundado en el mismo principio que sienta mi estimado compañero, de la importancia inequívoca de la investigación racional como medio de reducir cada vez más á un menor número de principios, la explicación de la inmensa variedad de los hechos, sin tener en cuenta al ocuparse en estos estudios del fin útil que más tarde deban tener, declaro la necesidad que todo ingeniero y arquitecto tiene, de preparar su espíritu y cimentar sus ideas en estudios formales de Matemática pura, los más indispensables si quereis, pero que sean los suficientes para que mañana pueda, cuando menos, medir el error que cometa al resolver aproximadamente un problema, y, sobre todo, para que eduque su inteligencia en las leyes incontrovertibles de la Lógica, que son las inseparables de todo procedimiento matemático.

Podrá la industria florecer y dar copiosos frutos con el auxilio de actividades, y de inteligencias que á ello se dediquen con verdadero entusiasmo, pero, si cual edificio que, aún siendo muy elevado y atrevido, no tenga la cimentación debida, no tiene aquella industria su apoyo en los principios fundamentales de la Mecánica, y no van dirigidos sus adelantos por la influencia de la Matemática pura, aunque á veces no se presente dicha influencia muy aparente y definida, no cabe duda que aquel apogeo no será muy duradero, como aquel edificio de que os hablaba no podría ser conceptuado de sólido y permanente.

Y, es tal la reciprocidad que existe entre el adelanto científico y el industrial, que, por más que no se haga nada á propósito para ello, los encontramos casi siem-

pre aparejados y al unísono uno de otro. Recuerdo á este propósito una frase de Hoüel al contestar, hace unos treinta años, á una pregunta que se le hizo acerca del grado de adelanto científico en los Estados Unidos, que contestó «que en aquel país de tanta energía é iniciativa industrial, se importaba sólo la cantidad de ciencia pura extrictamente necesaria para su industria»; y sin embargo, vemos hoy floreciente una Sociedad matemática americana de New-York que puede competir por el número y calidad de sus miembros con la Sociedad matemática de Francia. Numerosas Universidades y Revistas se ocupan con verdadero cariño de las ciencias exactas, aumentando cada día, y de tal modo, el número de insignes profesores que á ella ofrecen su poderosa inteligencia, que hoy resulta ser la Matemática un artículo de producción nacional, y no necesitan por tanto importación alguna de otras naciones del viejo mundo, en donde estaba, hasta hace poco, el único y más legítimo emporio de aquella ciencia.

La experiencia dentro de la Mecánica aplicada es, sin duda, la fuente y el origen de sus más preciadas conquistas, pero, como afortunadamente el hombre se halla tan admirablemente dispuesto á comprender á la Naturaleza, no hay duda alguna que los hechos de ésta y los frutos de aquélla deben comprobarse, y que cuanto más se aproxima el hombre al hallazgo de esta comprobación dentro de todos sus órdenes, mejores aplicaciones podrá obtener de los fenómenos que la Naturaleza le ofrece con tanta abundancia, aunque á veces con sobrado número de coeficientes y de constantes arbitrarias, en las fórmulas matemáticas que podrían servir para explicarlos.

En el fondo de las ideas que Tous y Biaggi expone en su hermosa memoria, veis claramente el fin á que se dirige; desea de todas veras, el adelanto industrial, quiere que éste marche con paso firme por las vías del progreso, y como celoso profesor expone las necesidades que aquella enseñanza siente para ponerse á la altura de los países que van á la vanguardia de los adelantos científicos, y enamorado de esos prodigiosos descubrimientos llevados á cabo, muchas veces, por personas que sólo tenían, al parecer, conocimientos elementales en la ciencia matemática, llega algunas veces á dudar de la eficacia de su estudio, y á sospechar que la Matemática pura tiene un defecto para sus aplicaciones á la práctica industrial, y que este defecto es su absoluta exactitud.

A esa prevención qne parece existir en el ánimo de mi estimado amigo y compañero, debo contestar, observando primero, que siendo la imaginación humana una resultante muy general de muchas concausas, nadie puede asegurar como, y en que forma, ha adquirido muchas de sus cualidades y sobre todo, cómo y donde se ha formado el sentido matemático de que algunas veces están saturados ciertos espíritus, sin que tengan hechos visiblemente muchos estudios acerca de tan sublime ciencia; pero, no es posible dudar de que el que inventa en materias mecánicas, lo hace en virtud de un esfuerzo de su razón, empleando siempre la más pura lógica en sus procedimientos, y por tanto, está provisto de un espíritu esencialmente mecánico, que los estudios de esta ciencia, hechos en debida forma, no pueden sino acrecentar y fortalecer.

Respecto al caracter de excesiva exactitud que presentan muchas veces las fórmulas matemáticas, no creo que sea óbice para que deban éstas tenerse muy en cuenta, pues, aunque un resultado absolutamente verdadero dentro de la Matemática pura, no será generalmente aplicable al mundo real, aquel resultado será siempre un guía seguro que indicará el límite del error que puede cometerse, error que, en las aplicaciones, es altamente pernicioso cuando se ignora y que la ciencia pura de la verdad nos pone de manifiesto y nos sirve de advertencia saludable para futuras investigaciones.

La práctica, en las respectivas profesiones, engendra en el arquitecto y en el ingeniero un golpe de vista y una rapidez de concepción que les saca muchas veces de grandes apuros, sin hacer uso siquiera de una sola fórmula, pero, no poseerían seguramente aquellas cualidades ó no tendrían éstas la dirección debida, si la Matemática pura no hubiera educado antes, y á veces hasta si quereis, inconscientemente su espíritu.

Y la prueba de cuanto digo la teneis en el ilustre recipendario que, con satisfacción de todos, va á ostentar tan merecidamente la insignia de esta Corporación. Principió Tous sus estudios en la Facultad de Ciencias, en ella nutrió su inteligencia de aquellos principios fundamentales de ciencia pura, que luego le permitieron adquirir, con tal facilidad y elevado criterio, las hermosas aplicaciones que de aquéllas se derivan y que comprende la carrera del Ingeniero industrial, sin limitarse á los conocimientos usuales, sino llegando por sus méritos personales y en virtud de lucidísimas oposiciones á ocupar la Cátedra de Tecnología de la Escuela de Barcelona, en donde sus alumnos oyen con verdadero cariño sus explicaciones, nutridas de doctrina, y suministradas insiguiendo las prescripciones más acertadas del arte pedagógico, y lo digo así, porque esta es la opinión general de sus discípulos, para mí, el voto de mayor calidad en tales asuntos. Numerosos son los trabajos propios de su carrera que ha llevado á cabo; y de seguro que la industria catalana tendrá mucho que agradecer á tan inteligente director.

La Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona está pues de enhorabuena, con la preciada adquisición de D. José Tous y Biaggi, y al felicitarle por ello, me felicito yo también y dirijo un sincero voto de gracias á la divina Providencia, por habernos deparado tan distinguido como activo y sabio colaborador.

He dicho.

PRESENTED
2 OCT 1905

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 10

CRÍTICA DE ALGUNAS HIPÓTESIS

Y SIGNIFICACIÓN DE ÉSTAS EN LA FÍSICA MODERNA

DISCURSO LEÍDO POR EL

DR. D. EDUARDO ALCOBÉ Y ARENAS

Publicada en junio de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 10

CRÍTICA DE ALGUNAS HIPÓTESIS

Y SIGNIFICACIÓN DE ÉSTAS EN LA FÍSICA MODERNA

DISCURSO LEÍDO POR EL

DR. D. EDUARDO ALCOBÉ Y ARENAS

Publicada en junio de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

CRÍTICA DE ALGUNAS HIPÓTESIS

Y SIGNIFICACIÓN DE ÉSTAS EN LA FÍSICA MODERNA

Discurso leído por el

DR. D. EDUARDO ALCOBÉ Y ARENAS

en el acto de su recepción, el día 29 de enero de 1905

SEÑORES ACADÉMICOS:

Si discurriendo lógicamente, tratara de aplicar la suprema ley de la Causalidad, con la cual, sintetizando, finalizaré mi disertación; buscando la razón suficiente, motivo según el que en estos momentos me veo precisado á dirigiros la palabra, sólo podría referirlo á la resultante de un sistema de benévolos afectos, paternales casi, tan intensos todos como por mí inmerecidos. Sólo así se me alcanza que corporación tan esclarecida como la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona me haya llamado á su seno, para compartir con sus ilustradísimos miembros la difícil y penosa labor de la investigación científica.

Sí, es muy cierto que desde el punto y hora á que mi memoria alcanza, siento y he sentido constantemente decidida vocación para el estudio de las ciencias experimentales; que en la escuela y en la Universidad, maestros á las cuales rendiré siempre el culto de mi gratitud, me alentaron á la par que instruyeron, otorgándome con predilección su preciadísimo afecto, gracias á lo cual y empujado por próspera fortuna, ocupé prematuramente la silla del profesor; que colmé, por fin, mis soñadas aspiraciones al suceder en la cátedra de Física general de la Universidad de Barcelona al eminente físico Dr. D. Eduardo Lozano, miembro esclarecido de esta ilustre Corporación. ¡Veía realizado ya mi constante anhelo! ¿Podía yo apetecer más?

Pues he aquí que aquéllos de mis maestros que forman parte de esta Real Academia me otorgan señalada muestra de su estimación, proponiendo y alcanzando mi ingreso en tan docto instituto: quieren que al lado de tantos nombres esclarecidos figure la insignificancia del mío... Decidme, señores, todos los que tan benévolamente me escuchais ¿qué sentimientos no han de embargar mi ánimo? ¿Qué mezcla de orgullo, temor, satisfacción, gratitud, no ha de llevarme al paroxismo de la emoción? ¡Y en medio de ésta, he de corresponder debidamente á tanta hidalguía, discurriendo acerca de un tema científico! ¡Cuán bien debeis comprender, señores, mi perplejidad y desaliento!

Pero ello es preciso; y puesto que, científicamente, soy hijo de muchos de vosotros, me animo á presentaros algo en que veais palpitar el fruto de vuestros desvelos. Bien sabeis que no me es dado ofrecer á la docta consideración de esta

Real Academia, una ley nueva, un experimento decisivo, una conclusión trascendental. He de permanecer en el A B C de la ciencia: no pretenderé salir de él. Así podré atreverme á dejar correr libremente mi pensamiento y discurrir *motu propio*, aún á trueque de no acertar en mis razonamientos. A vosotros toca corregirme.

Y ahora, permitidme una pequeña digresión, que quizás justifique la elección del tema que me propongo desarrollar, el cual probablemente os parecerá vulgar y sobradamente discutido.

Salía ya de las aulas de la Universidad, con todas las *ilusiones científicas*, las mismas ó más, que las que ahora yo trato de inculcar á mis alumnos, á fin de alentarles y no desanimarles en el estudio acumulando dificultades. Había escrito mi tesis de doctorado, acerca de la *Teoría cinética de los gases*; y tanto me había encariñado con la hipótesis de Clausius y Bernouilli, que me parecía una verdad indiscutible: así lo afirmaba en mis conclusiones: tan contundentes creía los argumentos que las precedían.

Cumpliendo con un deber de cortesía al visitar al presidente del correspondiente Tribunal, Dr. Rico y Sinobas, lo hallé, con sorpresa, calcando al trasluz filigranas de papel de barba. Pronto se dió cuenta el veterano catedrático de la impresión que su entretenida ocupación me causaba; y dejándola, me dijo sonriente:—«No lo extrañe V., joven entusiasta de las teorías modernas de la Física. ¡También fuí yo mozo y de los vehementes! En un tiempo enseñé que el rayo bajaba; después enseñaba que subía; luego que subía y que bajaba... y ahora ya no sé lo que enseño». Y acentuando la sonrisa, el venerable profesor tomó mi trabajo y añadió, palabras textuales: «Sí, amigo mío: todo esto *es mentira*.»

Excuso deciros, señores, el efecto que me causó la categórica afirmación, que para mí encerraba inesperada negación, del decano de los físicos españoles de su época. Pero no he de callar que semejante cubo de agua fría fué para mí un tónico benéfico. ¡Con cuánta mesura miré desde entonces todas las hipótesis que me habría atrevido á afirmar casi como verdades absolutas! Puedo asegurar que jamás el asunto ha dejado de preocuparme en el decurso de mis estudios. Permitidme pues que os exponga brevemente algo de lo que pienso, y más de lo que de otros he aprendido, referente á las hipótesis.

El objeto de mi disertación creo que puede expresarse mediante el siguiente enunciado:

Crítica de algunas hipótesis y significación de éstas en la Física moderna

Si atendemos debidamente á las manifestaciones que observamos en este sublime conjunto que llamamos Universo, pronto echamos de ver que todos los fenómenos que en la Naturaleza se suceden, van cumpliéndose con una *regularidad* bien patente. De esto deducimos una relación de dependencia entre los fenóme-

nos y las circunstancias en que se producen; y expresamos este concepto diciendo que los fenómenos naturales están sometidos á leyes, ó, lo que es lo mismo, que conforme mayor ó menor número de leyes naturales van sucediéndose todas las modificaciones que integran el proceso evolutivo del Universo. Según esto, parece que un determinado fenómeno natural no podrá reproducirse, sin concurrir de nuevo *todas* las circunstancias entre las cuales se verificó la primera vez. Ahora bien: las circunstancias correlativas de un suceso, claro es que comprenden, á la vez, el estado del Universo en el instante á que el suceso tiene lugar y el estado inmediatamente anterior; puesto que, la suma de las citadas circustancias no estará completa, si no incluye el conjunto de todos los otros sucesos cuya reunión ha producido el estado del Universo al instante antes fijado. De esto se deduce que, absolutamente *todas* las mencionadas circunstancias, en las que se produjo tal o cual fenómeno, no pueden repetirse jamás. Sin embargo, la experiencia enseña que los fenómenos se repiten; de lo cual deducimos que de ese cúmulo de circunstancias que coexisten en el instante de verificarse un fenómeno, sólo algunas tendrán sobre el mismo inmediata influencia. Si averiguamos cuales son éstas, determinamos lo que se llaman *condiciones* del fenómeno, las cuales, si reduciéndolas más y más nos conducen, en último análisis, á una sola é irreductible condición, estaremos en posesión de lo que podremos fijar como *causa* del fenómeno.

La indagación de las causas, y con frecuencia su prematura aplicación, son verdaderas necesidades innatas é inherentes á la condición humana. Respondiendo á esta necesidad del espíritu, cuando el hombre no puede á ciencia cierta, conocer la causa, la *supone;* podríamos decir, la *inventa.* Y claro está que en este caso, la revestirá de tales condiciones, que parecerá poseer todos los requisitos de la verosimilitud. He aquí lo que para algunos es el *único* orígen de las hipótesis en las ciencias físicas. Y ciertamente, las que pudiéramos llamar fundamentales ó de primera categoría, obedecen, ante todo, á la tendencia instintiva que nos lleva á la investigación del *porque* de todo aquello que observamos.

La historia de la humanidad nos dice que en remotos tiempos se llamaron Vulcano, Neptuno, Eolo, las causas del fuego, mareas, vientos, etc. Las prácticas ocultas de los alquimistas, sus fórmulas cabalísticas, sus bizarras concepciones, marcan el tránsito de la aplicación de las causas sobrenaturales á las naturales. Por fin aparecen éstas; y toman nombres como *flogisto, fuerza catalítica, horror al vacío,* y otros. Más tarde hallamos los célebres *fluidos imponderables:* calórico, lumínico, dos eléctricos, dos magnéticos... ¿Qué queda de todo esto? Para algunos un insignificante recuerdo seguido de menosprecio. Para otros, cierta admiración hácia los genios que crearon tales fantasías, conociendo que á las mismas se debieron notabilísimos progresos. Pero en definitiva, por todo el mundo son reconocidas como fantasías; á la historia de las ciencias han sido relegadas; ha precisado substituirlas por nuevas concepciones.

Mas el recuerdo de los pasados errores, ha aleccionado al hombre de ciencia

de tal suerte, que cada vez ha observado y experimentado más, y en cambio se ha atrevido menos á generalizar. Sin embargo, esto último es preciso, porque sin generalización la previsión es imposible; y sin previsión habrá historia, pero no habrá ciencia.

Ahora bien: toda generalización, sólo por ser tal, es ya una hipótesis, puesto que, como hemos visto antes, todas las circunstancias en que se ha producido tal ó cual fenómeno, no coexistirán mas que una vez; y en absoluto, no podemos afirmar que dejen de tener influencia las que después no aparezcan aunque veamos de nuevo cumplido el fenómeno, porque concurrirán otras que pueden ser equivalentes á las primeras.

La hipótesis es, pues, una necesidad en los humanos conocimientos, inherente á la constitución de la ciencia. Solo para Aquél que llenando la inmensidad del espacio indefinido abarca á un tiempo, ó mejor dicho, sin tiempo, toda la historia pasada y futura del Universo, no cabrá la generalización, y por tanto, sólo El se hallará en plena posesión de la verdad absoluta.

La primera hipótesis que presupone el mero hecho de generalizar, es la de la unidad y simplicidad de la Naturaleza. Veamos si efectivamente así es. Nada más en boga que afirmar categóricamente que la Naturaleza procede con admirable sencillez en todas sus manifestaciones.

Es muy cierto que observando multitud de fenómenos podemos agruparlos y referirlos luego á una simple ley de proporcionalidad. Esto, en definiva, no es mas que la traducción natural de aquella regla analítica bien conocida, según la cual á la variación infinitamente pequeña de una cantidad, corresponde una variación infinitamente pequeña de otra que sea función de la primera. Pero este concepto es matemático, y las variaciones que en la realidad tienen lugar, serán muy pequeñas, pero no infinitamente pequeñas. De aquí que la ley de proporcionalidad antes citada, podrá tener un grado mayor ó menor de aproximación; pero no será exacta. La sencillez es pues más aparente que real. Y lo positivo es, que si estamos en condiciones de aquilatar la exactitud de una ley de proporcionalidad, casi siempre la vemos fallida.

Tomemos como ejemplo la conocidísima ley de Boyle y Mariotte. Todo el mundo sabe que en ella la sencillez es solo aparente: en realidad, la ley que relaciona presión y volúmen gaseosos, es una ley compleja; y no puede dejar de serlo si la hipótesis de Daniel Bernouilli se acerca á la verdad, pues bien sabido es que la ley de Mariotte se deduce como consecuencia de la teoría cinética de los gases, *cuando no se atiende á los volúmenes moleculares;* pero si se tienen éstos en cuenta, la misma teoría hace prever que la ley en cuestión ha de tener el carácter de ley límite, resultado ya comprobado por Regnault, Despretz y Pouillet, y últimamente por Amagat y Wroblewski. Aún las discrepancias entre

los resultados obtenidos por Siljestrom, Mendeljeff y Hemilian contribuyen á afirmar la complejidad de la ley. Van der Waals pretendió encerrarla en fórmula más complicada que responde mejor á los resultados de la experiencia.

A consideraciones análogas se presta también la ley de Gay Lussac, las leyes de los calores específicos, etc. Y en la mayoría de los casos, cuando los medios de experimentación son expeditos entre grandes límites, echamos de ver que las llamadas *constantes físicas*, son verdaderas *variables*, cuyo valor es función, de grado cada vez más elevado á medida que los procedimientos de investigación son más perfectos, de otras cantidades que podemos tomar como variables independientes. Por esto los desarrollos en serie muy convergente, aplicando las preciosas fórmulas de Taylor y Maclaurin, son hoy en Física, de uso frecuente.

Atendamos ahora á las leyes de la gravitación universal. A ellas parece responder todo el mecanismo del mundo sidereo.

A primera vista, la sencillez de la fórmula $F = k \frac{mm'}{d^2}$, viene en abono de las leyes que comprende. Pero he aquí un caso en que no es fácil recurrir á la necesaria serie de experiencias comprobantes. Para ello precisa acudir á medios indirectos; y estos los suministran procedimientos astronómicos, los cuales, en verdad, han venido comprobando las leyes en cuestión. Mas al calcular la masa de Júpiter atendiendo á los movimientos de sus satélites, resulta ahora que no se obtiene el mismo número que si, con el mismo fin, se atiende á las perturbaciones de los otros planetas. ¿Por qué no interpretar esta irregularidad suponiendo distinto coeficiente de gravitación en cada caso? Esta suposición no es absurda; verdad que por ahora es innecesaria, dadas las distancias colosales á que se refieren los cálculos astronómicos. Pero así como la ley de Mariotte, fácil de sujetar á directa comprobación, tiene su aparente sencillez procedente de complicado mecanismo molecular ¿no podría ser que las leyes de Newton fueran consecuencia de otro complejo mecanismo especial, hoy por hoy ni siquiera presumido? Después de todo, si profundizamos algo acerca del orígen de esta fuerza que aparece como proporcional á las masas é inversamente al cuadrado de las distancias ¿qué sabemos? ¡Disimulamos nuestra absoluta ignorancia con el artificio de la *atracción de la materia por la materia!* Y es que descender de la causa al efecto es cosa fácil; pero la operación inversa es en extremo difícil y siempre incierta. Conocida la presión atmosférica, pronto deduciremos las condiciones de ascensión del agua por un tubo en el que se enrarece el aire. Cuando la citada presión se desconocía, para explicar el fenómeno se recurrió á la famosa hipótesis del *horror al vacío*. Ni más ni menos que lo que ocurre en la actualidad al utilizar el concepto de *atracción de la materia*. Tan gratuíta es una suposición como la otra; y si me lo permitís os diré que ambas son igualmente ridículas y á poca diferencia absurdas.

No deja de sorprender á todo espíritu observador, que rigiéndose el meca-

nismo del cosmos, al parecer por leyes tan sencillas, resulte de complejidad tal, que una de las ciencias más difíciles es la mecánica celeste.

Si atendemos á las leyes en que la progresión sustituye á la proporción, hallaremos anomalías parecidas ó análogas. Ya nadie admite la exactitud absoluta de la ley de Biot y Lambert, designada por muchos con el nombre de ley de Fourier, por haber este físico estudiado los casos más generales de conductibilidad calorífica, bajo los dos aspectos de régimen permanente y régimen variable. Tampoco concuerda con la experiencia la distribución de temperaturas que indica la fórmula más compleja en que la progresión de la ley antedicha es sustituída por la suma de dos progresiones, una creciente y otra decreciente. La ley del enfriamiento enunciada por Newton, apenas se puede aplicar para diferencias de temperatura que pasen de 40°, según resulta de las experiencias de Martine, Dalton y Delaroche. Newton no vaciló en enunciar su célebre ley en vista de la sencillez de la fórmula $t = A\, b^{-\alpha}$. Y es que en su tiempo privaba la idea de simplicidad. La sencilla exponencial ha sido preciso sustituirla por esta otra más compleja: $t = A\, b^{-\alpha - \beta\alpha^2}$. El exponente binomio probablemente mañana será un trinomio, y más adelante quien sabe que polinomio. Pero á la vez es muy verosímil qne más precisas experiencias permitan englobar la ley de Newton, convenientemente modificada, en la ecuación de las diferencias parciales deducida por Fourier, puesto que la generalidad de ésta no sólo permite con su mediación resolver todos los problemas que á la conductibilidad calorífica se refieren, si que también con un sencillo cambio de terminología, es aplicable á la propagación de la electricidad por los buenos conductores, y aún á la difusión de los cuerpos líquidos. Tan grande es la importancia de la ecuación de Fourier, que Chappuis la considera como la más fundamental de la Física matemática.

En definitiva: resulta que si no cejamos en los medios de investigación y comprobación, de lo complejo deduciremos lo sencillo; en lo aparentemente sencillo hallaremos lo complejo; de este resultado volveremos á lo simple, y así indefinidamente. Claro es que por ser limitados nuestros medios de investigación, llegará el momento en que nos detendremos. ¿Cuándo convendrá que esto suceda? En la mayor simplicidad: sólo así la ciencia es posible: sólo así podremos luego generalizar y obtener práctica aplicación de las leyes deducidas.

La simplicidad de la Naturaleza será pues real ó aparente: no lo sabemos. Lo que precisa es suponerla simple: así hallamos más fácilmente sus leyes, aunque sólo sean aproximadas: así, generalizando luego, podemos aplicarlas y constituir la ciencia.

No entra en mi propósito analizar una por una las diversas hipótesis que hoy privan en Física. Fatigaría vuestra benévola atención: y dirigiéndome á tan ilus-

trado auditorio, no sería pertinente. Bastará, estoy de ello seguro, un bosquejo general referente á las principales, para deducir las consecuencias que pretendo.

Tampoco trato de ahondar en los cimientos de la ciencia, traspasando los lindes que separan la Física de la Metafísica. Dejo pues de un lado las sutilezas filosóficas que se refieren á las ideas primordiales de *ser, tiempo, espacio, fuerza, posición y movimiento absoluto,* etc., y admito estos conceptos, como realidades positivas, como postulados, si se quiere, importando poco para mi asunto cual sea su verdadera ó más racional interpretación. Entiendo que las hipotesis que á la Física se refieren son mas inmediatas. Desde luego precisa aceptar la existencia de la materia y del movimiento como elementos primordiales de todo fenómeno, sin preocuparnos de si son de idéntica ó distinta naturaleza. De modo que al decir *materia*, no pretendo significar otra cosa que el concepto más común y vulgar que de la misma se tiene, como constituyente de estos cuerpos que vemos y tocamos; prescindiendo de si tienen ó no razón los que defienden la llamada *teoria energética*, que hoy parece tomar grandes vuelos. Ostwald se atreve á afirmar categóricamente que «la materia es una invención muy imperfecta que nos hemos forjado: la realidad efectiva es la energía». Y luego añade: «La materia no es otra cosa que una agrupación de diversas energías colocadas en el espacio». De lo cual deduzco, que al empeñarse el insigne profesor de Químico-física de la Universidad de Leipzig en negar la materia, concluye pretendiendo definirla; y á pesar de que le atribuye una esencia que podríamos llamar *inmaterial*, no puede prescindir del sujeto *materia* en sus investigaciones.

Se acerquen ó nó á la verdad estas filosóficas disquisiciones; sean ó nó aceptables las ideas de Kant, Schelling y aún las mismas de Hegel; resulta siempre cierto y positivo que *la materia en movimiento* es lo que en último análisis ha hallado el físico en sus observaciones y experiencias. Y de éstas debe partir todo raciocinio, tratándose de una ciencia experimental. Claro está que esta afirmación hay que traducirla refiriendo, en último término, á la Mecánica todos los fenómenos naturales.

Al pretender dar explicación mecánica de un fenómeno determinado, ocurre con mucha frecuencia que no se puede referir á los movimientos directamente perceptibles como tales por nuestros sentidos. Estos, sólo son cinco, y de potencia muy limitada; y la energía cada día se presenta con nuevas manifestaciones, que descubrimos precisamente cuando se transforman en otras capaces de impresionar inmediatamente el sensorio. Ora precisa suponer los cuerpos constituídos por átomos y moléculas, cuyos movimientos, claro está, escaparán á la directa observación; ora se imagina uno de aquellos fluidos sutiles, que en todo tiempo aparecen como indispensables en las teorías de la Física. Hoy se vá más adelan-

te; y ya en el terreno físico, no en el metafísico á que antes me refería, suele mirarse al *éter* como sola materia primordial, casi diré como la única real. Los menos osados, consideran la materia sensible como producto de cierta condensación etérea. Otros no quieren ver en ella mas que el lugar geométrico de lo que podría llamarse singularidades del éter. Para Lord Kelvin, esta materia que vemos y tocamos, es el lugar en el cual el éter ejecuta especiales movimientos. Riemann cree que es el lugar geométrico de los puntos en los cuales el éter se destruye constantemente. Wiechert y Larmor ven en el éter una especie de torsión de naturaleza singular, la cual nos produce la sensación material.

Pero, formalmente, ¿hay algo positivo en tan bizarras concepciones? En primer término: este éter que ya nos es tan familiar, y del cual hablamos con la misma despreocupación que del agua ó del aire ¿existe realmente?

Los físicos han determinado cual es la velocidad de la luz. Los astrónomos han calculado las distancias que nos separan de numerosas estrellas. De los números resultantes se deduce que la luz emitida por los cuerpos celestes, tarda, en muchos casos, considerable número de años en llegar á la tierra. Durante este intervalo de tiempo, la luz, al atravesar el espacio, no reside ni en el astro de donde partió, ni en la tierra á la cual no ha llegado. Precisa, pues, admitir la existencia de un vehículo de transmisión, sostén, digámoslo así, de la luz durante el intervalo de tiempo antes citado; y claro está que este vehículo, sustentáculo, soporte, ó lo que fuere, en la ciencia conocido con el nombre de *medio de transmisión,* ha de ser un medio material; por lo menos la humana inteligencia no lo concibe de otro modo. A la materia que constituye este cuerpo cuya admisión se impone á nuestro espíritu por las contundentes razones antes expuestas, hay que darle un nombre: le llamamos *éter.* Y bajo este punto de vista, opino que aun los más incrédulos no se atreverán á negar su existencia. Para mí, la simple duda en este asunto, se acerca más al absurdo que la admisión franca é indiscutible del éter. Hasta me atreveré á decir que así considerado, parece que, alargando suficientemente el brazo, podríamos asirle.

Semejante modo de discurrir es vulgar y no requiere más conocimiento que el sentido común. Veamos si cabe raciocinar de modo más abstracto.

La energía originada ó producida en un determinado cuerpo celeste, llega á la tierra después de transcurrir cierto tiempo; y aquí la vemos transformada en diversas manifestaciones. La luz de una estrella, p. e., impresiona una placa fotográfica; el calor solar se transforma en movimiento mediante una disposición adecuada, etc.; y todo esto tiene lugar bastante tiempo después del orígen ó producción de la energía que del astro procede. Ahora bien: aplicando los procedimientos generales de la Mecánica, admitiremos que el estado de un sistema material, depende del estado del mismo al instante inmediatamente anterior: así decimos que el cambio satisface á determinadas ecuaciones diferenciales, cuya integración procuraremos en último término. A no existir el éter, el estado de multitud de sistemas materiales que constituyen el Universo, dependerá de esta-

dos ulteriores, no inmediatamente anteriores: en una palabra, las diferencias infinitesimales, según las cuales se plantean las ecuaciones diferenciales antes citadas, pasan á ser diferencias finitas. No podemos ya valernos de las leyes de la Mecánica. Y éstas serán las últimas que derogará el hombre; y aquel día será el del gran cataclismo para la ciencia. Aparte de los hechos, ni uno solo quedará en pié de los humanos conocimientos. Si no temiera pecar de atrevido, remedando una célebre frase de Röscoe, diría que si los hechos no aparecen sujetos á las leyes generales de la Mecánica, *tanto peor para los hechos*, pues aun viéndolos y palpándolos deberíamos ponerlos en cuarentena. Y al que me tilde de exagerado, le remito de nuevo á Ostwald, quien desesperado de no poder aplicar las leyes de la Mecánica á la explicación de la afinidad, concluye por negar la misma materia en que vé manifiesta la acción química objeto de sus investigaciones.

Estas consideraciones sólo nos revelan la existencia de un medio material que podríamos llamar *interplanetario*. Pero experiencias bien conocidas, como p. e. las interferencias y polarización de los rayos, tanto caloríficos como luminosos, nos obligan á suponer al éter embebido en la masa de los cuerpos: quiero decir, que para la explicación racional de aquellos fenómenos, necesitamos un éter *intermolecular*. Y claro está que al suponer éste, es que admitimos desde luego la constitución atómica de la materia. Otra hipótesis, imprescindible hoy en la ciencia, aun cuando las opiniones acerca de la naturaleza intrínseca del átomo sean cada día más numerosas y diversas, como antes ya he indicado; pero en definitiva, todos los que admiten la individualidad *materia*, concluyen por asignarle una divisibilidad naturalmente limitada. Una vez admitido el éter intermolecular, no hay razón para negarle que sea también *interatómico*, siempre que los químicos necesiten de esta suposición. Y así van resultando la hipótesis etérea y la teoría atómico-molecular tan íntimamente entrelazadas, que difícilmente podemos valernos de la una sin apoyarnos más ó menos en la otra. ¿Es pues que las dos tienen idéntico valor? A mi entender, no.

Nuestro compatriota el sabio histólogo Dr. Ramón y Cajal, en sus «Reglas y consejos sobre la investigación biológica» emite la curiosa idea de *polarización cerebral*. Si en ello hay algo de verdad, podría muy bien ser que desde Heráclito, los cerebros vengan polarizados en el plano de la teoría atómica, si se me permite la expresión; pues dudo que haya otra hipótesis que jamás haya tenido tan persistente arraigo, reviviendo siempre, apesar de sus eclipses, alguno bien prolongado. Esto podría, en cierto modo, explicar su constante preponderancia, quizá más de la que merece; pues la teoría atómico-molecular se refiere ya á la *constitución* de la materia, de modo que me arriesgaré á decir que es una hipótesis de *segundo orden*, aplicable á la materia *después de admitir que realmente existe*. Mientras que la hipótesis del éter es del orden de la de la existencia de la materia: como serán de igual orden las que traten de explicar, ya la constitución de la materia etérea, ya la de la materia ponderable, sean éstas idénticas ó distintas, lo que no sé, ni lo sabe nadie. Ya he indicado alguna de las muchas conjetu-

ras acerca de la constitución de la última. ¿Existe una solamente que concordando de tal modo con las leyes generales de la Mecánica, nos ponga en la alternativa de renunciar á éstas si no admitimos aquélla, como ocurría con la hipótesis *etérea*? No, en absoluto. Esta es la razón por la que me atreví á afirmar que la teoría atómico-molecular no tiene el valor de la hipótesis del éter. Entiéndase bien, de la *hipótesis de la existencia del éter*; pues las que se refieren á la constitución de éste ¡ah! estas son de muchísimo menos valor que la teoría atómica. De esta última suele decirse que si no es verdad, se acercará mucho á serlo. Y acerca de la constitución etérea, todo lo hasta el día indicado son pura y simplemente *acomodamientos* de la misma á los fenómenos observados, lo cual ha dado por resultado singulares concepciones que no resisten el primer embate de una crítica seria.

Newton, que no simpatizaba en óptica con las ideas de Christian Huygens, acudió al éter para explicar la gravitación; y en una carta dirigida á Boyle, tratando de las causas de la gravedad, dice: «Yo supongo al éter formado de partes de muy diversa ligereza, de modo que, desde los confines del aire á la superficie de la tierra, y aún de ésta á su centro, el éter vá siendo gradualmente más y más subtil. Todo cuerpo suspendido en el aire, tendrá, según esto, el éter más denso alojado en los poros de su parte superior; y este éter más denso de arriba no siendo tan apto para estar entre los poros como el más subtil de abajo, tenderá á salir de su sitio y buscará camino para alojarse donde el éter más subtil, lo cual no puede tener lugar más que descendiendo el cuerpo, para que el éter de abajo tenga su lugar en lo alto.»

No puede negarse, señores, que esta concepción es de lo más ingenioso que ha brotado del cerebro humano. Es digna de Isaac Newton. Pero la estructura etérea por éste concebida ¿les sirve á Huygens para su Teoría de la luz, á Young para explicar las interferencias, y á Fresnel para interpretar la difracción? De ninguna manera: éstos necesitan otro éter; y al rechazar el imaginado por Newton, *acomodan* el por ellos ideado á los fenómenos que estudian. Todos sabeis sobradamente de que atributos lo presentan revestido. Para ellos, la ondulación etérea lo resuelve todo.

¿Todo? ¿Incluso la gravitación universal, como ocurría con el éter de Newton? Oigamos al astrónomo Arago: «Si la atracción es resultado de la acción de un fluido, esta acción debe emplear un tiempo definido en atravesar las considerables distancias que separan los cuerpos celestes». Es decir, que la gravedad debiera tener también su velocidad. ¿Tenemos la menor prueba de la existencia de ésta? No. ¿Se echa de menos en los cálculos astronómicos? Nunca. ¿Y la velocidad de la luz? Sí, ciertamente; ésta preciso es tenerla en cuenta. La discordancia no puede estar más manifiesta. Otras hay: citemos una solamente.

La ondulación etérea se considera constantemente traducida en una ú otra suerte de radiación. Hasta hoy, para todas las radiaciones descubiertas existen cuerpos transparentes y opacos. Para la gravedad, digámoslo así ¡todos los cuer-

pos son igualmente transparentes! Y esta transparencia en ningún caso produce refracción; todo lo cual está en absoluta contradicción con los otros fenómenos observados y referidos á la supuesta radiación etérea.

Sin embargo, los físicos no quieren renunciar al éter para explicar la gravedad: diré más, no pueden renunciar á él, apesar de las contradicciones antes señaladas; pues entonces no les cabría el recurso de salvar la tremenda objeción, según la cual, si el éter es materia debe ser pesado, diciendo que lo hallamos imponderable por ser precisamente él la causa de la pesantez. Esta es, sin duda, una de las poderosas razones por la cual la teoría de los *corpúsculos ultramundanos*, ideada por Le Sage, no ha prosperado.

Cierto es que el mecanismo etéreo imaginado para explicar los fenómenos luminosos está de acuerdo con todos ellos, al parecer; pero esto nada tiene de particular, pues las propiedades que se atribuyen al éter son precisamente *acomodamientos*, como antes decía, mediante los cuales se logra que la hipótesis concuerde con los hechos. Para ello ha sido preciso *exigir* al ultra-fluido éter que vibre transversalmente, á la manera de los sólidos; que su elasticidad supere extraordinariamente á la de todos éstos, a la vez que casi se le niega el atributo densidad. ¡Y sin embargo, hay fenómenos en que ésta y aquélla han de presentarse con grados enormemente distintos! Bien: se los supondremos. El fondo de las hipótesis no se agota nunca. Es cosa facil buscar una razón, cuando, por no tener ninguna positiva, se puede elegir entre muchas.

Aún suele argüirse que la hipótesis ha servido para prever fenómenos, la refracción cónica pongo por caso, que luego la experiencia ha comprobado. A esto es frecuente llamarle *brillante confirmación*. Pero ¿tiene nada de extraordinario que una hipótesis ideada para explicar determinados fenómenos concuerde con sus similares? Casi todas las hipótesis abandonadas y hoy tenidas por absurdas, han parecido tener las citadas brillantes confirmaciones. Le Verrier alcanzó más: partiendo de las leyes de la gravitación en su concepto mecánico, calculó los elementos del planeta Neptuno antes de que fuera descubierto, y señaló el punto del firmamento en que se hallaría el primer día del año 1847. Las observaciones del astrónomo Galle confirmaron que el nuevo planeta había acudido á la cita. Sin embargo, aquellas leyes sólo se han podido referir á la hipótesis de la atracción universal, á todas luces inverosímil.

Ahora bien: ¿Quiere todo esto decir que aparte de la existencia del éter, lo que á su constitución y mecanismo se refiere debe ser abandonado? De ninguna manera, antes al contrario: los físicos se esfuerzan más y más en buscar nuevos acomodamientos para que dicha hipótesis explique satisfactoriamente las radiaciones catódicas, las hertzianas, los rayos X de Röntgen, los rayos N de Blondlot, las emanaciones radio-activas, el fenómeno de Zeemann, y todos aquellos que la prodigiosa actividad científica moderna vá poniendo de manifiesto.

Claro está que á cada orden de fenómenos á los cuales tratemos de aplicar la hipótesis etérea, precisará un nuevo acomodamiento; y éstos pueden ser tantos y tales, que al fin resulten incompatibles. Pues ¡cosa rara! Los físicos de hoy parecen preocuparse poco de esas incompatibilidades, y amoldan la hipótesis al orden de fenómenos que tratan de explicar, prescindiendo de lo que hagan sus colegas en casos análogos. En estos últimos tiempos el eminente físico y matemático francés Henrique Poincaré, en una de sus magistrales producciones estampa el siguiente concepto, que medio siglo antes se hubiera reputado inadmisible. «Precisa no envanecerse, dice, de haber evitado toda contradicción. Cada uno debe tomar su partido. Dos teorías contradictorias, pueden en efecto, con tal de que no tratemos de relacionarlas, ser ambas utilísimos instrumentos de investigación». Y más adelante añade: «Que tal ó cual fenómeno, una oscilación eléctrica p. e., sea realmente debido á la vibración de determinado átomo que se mueve á la manera de un péndulo, es cosa que ni es cierta ni siquiera interesante. Pero que entre la oscilación eléctrica, el movimiento del péndulo y todos los fenómenos periódicos existe íntima analogía correspondiente á profunda realidad; que esta analogía, esta semejanza ó más bien paralelismo, es notoria hasta en los detalles, ¡he aquí una verdad que siempre será la misma, sea cual fuere el ropaje con el cual consideremos útil revestirla!

No se trata ya de dar un valor intrínseco á la hipótesis. El día que precise abandonar ésta, subsistirán las leyes por su mediación descubiertas, y las ecuaciones que analíticamente las traducen. Cierto que éstas, de día en día, resultan más complicadas, pero sus relaciones mútuas prevalecen: su forma resiste á las nuevas investigaciones. Por esta razón las conclusiones de Fresnel persisten en la teoría electro-magnética de la luz ideada por Maxwell, y comprobada, al parecer, por las experiencias de Hertz. En esta teoría, la aberración de la luz, la polarización magnética y el curioso fenómeno de Zeemann, no hallan aún explicación cumplida. Sin embargo la teoría subsiste; y en su defecto viene Lorentz con los *electrones,* partículas materiales, que circulando al través de los cuerpos, producen las corrientes voltáicas, distinguiéndose los cuerpos conductores de los aisladores, en que los primeros se dejan atravesar por los electrones y los segundos no.

Hasta hace muy pocos años, los antiguos fluidos eléctricos se reputaban el colmo de la ridiculez. Lorentz los resucita, y con el nuevo nombre de *electrones* tienen ya muchos adeptos. ¿Ocurrirá lo propio con el *calórico* y con el *luminico*? No es probable; pero me guardaré mucho de contestar categóricamente.

Ahí están estos singularísimos fenómenos peculiares de las llamadas substancias radio-activas, que por ahora no hay forma de hacerlos entrar en el concierto de los grandes principios de la ciencia. Hay quien llega á suponer que á nuestra vista se está verificando una verdadera metamórfosis elemental, asegurando que los átomos de Radio se transforman ó modifican hasta convertirse en Helio. Verdad es que las observaciones que acerca de esta transmutación están verificando

los esposos Curie, Lord Ramsay, Crookes y Dewar distan mucho de ser concluyentes; pero convengamos, señores, en que del papel que en la escena científica vienen ya desempeñando el Radio, el Polonio, el Uranio, el Actínio y otros, pues de día en día aparecen sus singulares propiedades en nuevos elementos, toda sorpresa puede esperarse, desde el punto y hora en que han llegado á poner en tela de juicio el gran principio fundamental de la conservación de la energía, que parecía ser el más sólidamente establecido de todos los principios.

Ahora precisamente es cuando los físicos caen en la cuenta de la vaguedad que encierran los conceptos de energía potencial y cinética, no mucho más claros que los de fuerza y de masa, acudiendo presurosos, no á resolver, pero sí á retrasar la dificultad diciendo por boca del ya citado Poincaré: «Como no podemos dar de la energía una definición general y precisa, el principio de la conservación de aquélla *sólo significa* que en toda sucesión de transformaciones hay *quelque chose,* dice, hay *algo* que permanece constante». Hablando sinceramente, me parece que ante esta sutileza, la unidad energía sufre notable quebranto. Veamos como Poincaré trata de apuntalar el edificio. «Y bien, sigue diciendo, cualesquiera que sean las nuevas nociones que acerca del Universo nos hagan ver experiencias futuras, sabemos anticipadamente que habrá siempre *algo* que permanecerá constante y que podremos denominar energía. ¿Significa esto, continua, que el famoso principio carece de sentido y se desvanece en una tautología? No, ciertamente: significa que *á las diferentes cosas* á las cuales damos el nombre de energía (¡adios unidad!) están ligadas por verdadero parentesco: existe pues entre *ellas* positiva relación.» ¡Adios unidad energía! me permitiré repetir.

Pero ¿es que realmente el edificio se tambalea? ¿No habrá cundido prematura y falsa alarma? Es muy probable; y quizás, lejos de destruir, los nuevos descubrimientos completen la obra. Desde luego las nuevas radiaciones tienen algo que ver con las ya conocidas que provocan la fluorescencia, y con las causas que hacen saltar la chispa eléctrica bajo la acción de los rayos ultra-violados. También se señalan en todos estos fenómenos la presencia de verdaderos iones, animados de velocidades considerablemente superiores á las de los correspondientes á la electrolisis; pero, iones al fin.

Esperemos pues tranquilos nuevas y más decisivas experiencias, en la confianza de que aún servirán de enlace respecto á órdenes de fenómenos hasta el presente sin relación conocida.

Resumiendo, pues. ¿Qué espíritu informa á la Física moderna en vista de esta serie de vicisitudes que las hipótesis sufren, según á grandes rasgos he tratado de poner de manifiesto? Creo que puede contestarse breve y categóricamente. *No dar á las hipótesis otro valor del que real y positivamente tienen; y pres-*

cindir de las mismas en absoluto, siempre que no sea indispensable su concurso.

Kirchhoff expresa esta tendencia en la categórica declaración siguiente. «A la pretendida explicación de la Naturaleza sustituyamos la descripción de los hechos» ¡Feliz coincidencia, señores, de la cual puede enorgullecerse esta Real Academia! Con su antiguo lema UTILE, NON SUBTILE, LEGIT, se anticipó considerablemente al actual movimiento científico.

Hasta poco tiempo hace, en la mayor parte de los autores de Física se echaba de ver una afición excesiva al empleo de la hipótesis: muchos de ellos, eminentes por cierto, se esforzaban en presentarlas y aplicarlas de tal suerte, que aparentaban ser, casi casi, la última palabra de la verdad científica. Suprimiendo los capítulos en que entra como indispensable la hipótesis, apenas quedaría, en muchos libros, mas que la portada y algunos epígrafes del índice. Hoy esto tiende á cambiar: la escuela alemana tomó la iniciativa, y ya es frecuente constituir teorías positivas partiendo de unos cuantos hechos experimentales, cuantos menos mejor, no acudiendo á las hipótesis sino en último extremo. Verdad es que éste llegará más ó menos tarde; pero se procura retrasarlo todo lo posible. Así, aún en obras francesas, se estudia la óptica geométrica sin mentar siquiera la radiación etérea. La teoría del potencial eléctrico se ha desligado por completo de, sea cual fuere, la naturaleza de la electricidad, y ha susbtituído la vieja hipótesis, por comparaciones y semejanzas con fenómenos hidráulicos y neumáticos de los más conocidos y vulgares. Cierto es que todo esto son meros recursos de exposición didáctica; pero ¡ojalá pudiéramos aplicarlos, éstos ú otros análogos, á la teorías de la óptica física! Dígase lo que se quiera, satisface mucho más á la inteligencia y sobre todo á la imaginación, referirse á una determinada cantidad de agua cayendo de cierta altura, ó una masa gaseosa que se mueve en virtud de diferentes presiones, que todos aquellos centenares de billones y millonésimas de milímetro, que hoy por hoy precisan para dar alguna cuenta de tantos y tantos fenómenos luminosos. Lo mismo puede afirmarse de las convenciones felizmente ideadas para representar los campos de fuerza mediante líneas y superficies equipotenciales, y el concepto casi material de tubo y flujo de fuerza, etcétera.

Por último. Todos conoceis y admirais, como yo mismo, las ingeniosísimas concepciones mediante las cuales Tindall y Secchi exponen la Teoria mecánica del calor. En las clásicas obras de estos físicos eminentes se adivina cuanto les preocupaba explicar todos los fenómenos que á aquel agente se refieren, atendiendo, ante todo, á cual sea su naturaleza. ¡Así fustigaron su fecunda inventiva! La moderna Termodinámica, se desentiende de todos aquellos movimientos moleculares de caprichosas trayectorias.

Sea cual fuere la naturaleza del calor, los principios de la equivalencia y de Carnot son experimentales y se vén siempre cumplidos; extendiendo el último de día en día su dominio aún más allá de la Termología. A él p. e. se debe la teoría

de la Pila; y no sólo deja entrever su generalidad en todos los capítulos de la Física, si que también domina ya en el campo de la Química y aún aparece en el de la Biología. En todas partes resplandece bajo diversos aspectos el soberano principio de Sady Carnot. Sin él sólo pueden explicarse mecánicamente los fenómenos llamados reversibles, cumpliendo así con las ecuaciones generales de Lagrange. El principio de Carnot tiende ya á comprender los irreversibles; apareciendo siempre ese concepto hermosamente abstracto llamado *entropia*, encerrado en la concisa fórmula $\int \frac{dQ}{T} = S$; concepto tan universal como el mismo de energía, y que siendo probablemente no menos real, se halla desligado en absoluto de toda idea hipotética. Esta magnitud, que como dice Clausius «en todos los cambios de la Naturaleza vá siempre en aumento:» expresión sinónima, en cierto modo, á la temeraria profecía de Sir Williams Thomson, cuando en atrevida frase dice que «el conjunto de los fenómenos naturales lleva al Universo hacia un estado límite; si se llega á él, ya no habrá cambios ni modificaciones de ninguna clase. Reinarán en absoluto la quietud y la muerte, y habrá llegado el fin del mundo.»

¡Quién sabe si este límite no es otro que *aquel día* fijado por Dios, para la consumación de los siglos!

Mas volviendo al principio de Carnot no sería justo olvidar que si hoy es mirado como experimental, sus comprobaciones son *á posteriori*, y para hallarlo por deducción preciso es recurrir al postulado de Clausius. Sady Carnot enunció su principio partiendo de las hipótesis que en su tiempo prevalecían. Pues bien: apesar de que éstas cayeron, el principio de Carnot se mantiene incólume, aunque por algún tiempo pareciera que le cabía igual suerte que á ellas. Y es que las ruinas de toda construcción científica, sirven siempre de cimiento para levantar nueva fábrica.

Cuando en último análisis necesitemos pues recurrir á la hipótesis, hagámoslo de buen grado y continuemos con ella mientras siga prestando verdadera utilidad, que ya llegará el día en que podamos prescindir de aquélla. Mas nunca pretendamos dar á las hipótesis otra significación de la que realmente tienen: simples medios de expresión unas veces; de coordinación otras; de unificación y aún de deducción las más; de *metáforas científicas* han sido calificadas, ya que lo mismo que el poeta para sus rimas, el físico las utiliza y utilizará, siempre y cuando de otro modo no pueda dar cumplida satisfacción al espíritu, que constantemente le acosa para que avance inquiriendo hasta el límite la *razón suficiente* de todo aquello que observa en el Universo real.

La *razón suficiente* he dicho. He aquí dos palabras que con admirable laconismo expresan el principio de los principios fundamentales, no sólo de la Física, si que también de toda ciencia; el cual con el nombre de *principio de la causalidad*, sintetiza en un solo enunciado los diversos puntos de partida propios

de cada una de las ramas de los humanos conocimientos. A él, en último término, vá subordinada esa legión de más ó menos verosímiles hipótesis. De él arranca inmediatamente este misterioso y singular atributo conocido con el nombre de inercia, al cual pueden referirse en definitiva todas las propiedades de la materia. Y puesto que, naturalmente, hallamos á ésta constante é indestructible, no pudiendo referir á causa natural su aparición y primer impulso, ó hemos de elevarnos á lo sobrenatural ó caer en el más desconsolador de los excepticismos.

Hé aquí como el hombre, no en hipótesis, sino en alas de necesaria y absoluta realidad, eleva hasta las regiones de lo infinito su espíritu, para satisfacerlo oyendo un supremo *fiat* procedente de ETERNA VOLUNTAD, causa primera de este conjunto armónico á que llamamos Naturaleza.

HE DICHO.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

por el Académico

Dr. D. Jaime Almera, Pbro. Canónigo.

Señores:

A la manera que en la familia el padre mira y no recibe poco gozo de ver dos renuevos de sus entrañas, crecer en edad, lozanía y hermosura, así tambien señores Académicos, lo recibe y no poco mi corazón al presentar á la Corporación uno de mis renuevos científicos.

Para el Dr. Alcobé desde que, allá en sus mocedades, la tendí la mano en mis cursos de historia natural para iniciarle en el conocimiento de las ciencias de la naturaleza, han sido siempre éstas el ídolo de su corazón, pues á ellas ha consagrado toda su actividad intelectual, de tal suerte que se puede afirmar con toda verdad que ha venido creciendo en edad y en el conocimiento cada vez más profundo y extenso de los arcanos de la misma.

No hay que decir por tanto que, gracias á su talento y laboriosidad, fué en todo el decurso de su carrera científica la gloria de sus maestros y el espejo ó ejemplar de sus condiscípulos, como quiera que logró acumular muy luego sobre su persona títulos sobre títulos científicos, obtenidos todos en francas lides académicas.

A los de perito químico y mecánico con el trabajo en horas de asueto alcanzados, agregó muy pronto, merced á su gran aplicación y estudio constante de las ciencias físico-matemáticas la investidura de licenciado en las mismas, para venir después, gracias al gusto que por las físico-químicas sentía y á la aptitud con que la Providencia para su cultura le había dotado, á laurearse precozmente con la borla de doctor en su ciencia favorita.

Llegado á estas alturas, lejos de descansar sobre sus laureles, su afición al trabajo fué acentuándose más cada día,en términos que á los 22 años mereció ser nombrado profesor auxiliar del Instituto de Huesca, primero, y del de esta capital luego, y de ganar á los 24 en reñida oposición el primer lugar ó N.° 1 entre 26 coopositores, que á la cátedra oficial, vacante á la sazón, aspiraban.

No satisfechas con ello las nobles aspiraciones de su corazón, dirigió muy pronto más arriba sus miradas, fijándose en la cátedra similar de la Universidad de Granada en aquel entonces vacante, de la cual en no menos brillante y reñida lid científica se hizo propietario.

Desde esta brillante posición oficial tan rápida y legitimamente conquistada, sus miradas se dirigían de contínuo á ésta su cuna, á la vez natal y literaria, y al fin después de haber pasado por las Universidades de Valladolid y Zaragoza, la ley le ha amparado para alcanzar su *desideratum,* que fué siempre

poderse sentar en la cátedra de nuestro primer establecimiento científico, donde se ha encontrado con sus progenitores en la ciencia, que tanto han contribuído á su gloriosa carrera.

Persona de antecedentes tan brillantes y de relevantes prendas de laboriosidad científica, demostrada en las obras y trabajos científicos por el publicados, no debía ser preterida por la Academia, que llama siempre á su seno á las personalidades que pueden cooperar con brillo á los elevados fines de su institución; y dejo á vuestra consideración el juzgar si ha podido con acierto, corrección y justicia al ofrecerle un sillon en su seno con el fin de que continue las tareas de uno de los más preclaros miembros que en la misma le han precedido.

Habeis de oir, creo, con fruición, todos, el documento con que el Dr. Alcobé hace su entrada solemne en la Corporación. En él se cierne sobre los elevados conceptos que á la mente humana de suyo escudriñadora de la naturaleza le sugiere lo que ve y palpa; y remontando el vuelo de su pensamiento viene á hacernos como una crítica sintética de los esfuerzos que el entendimiento humano ha hecho al través del espacio y del tiempo, para dar con el *como* y el *porque* de los hechos de la física.

A tal objeto, sucédense las teorías unas á otras todos los años; y no pocas, por no decir todas las que inventa el ingenio humano con su incesante actividad para la explicación de los hechos, el descubrimiento de fenómenos ulteriores por el mismo realizado las hace colocar bajo partida de registro en los archivos de la historia. Todo esto, representa cierto, un esfuerzo de profundas meditaciones que nos manifiesta de una parte el poder y superioridad de la humana inteligencia; y de otra su pequeñez é impotencia para alcanzar lo que persigue, ya que por más que haya discurrido y meditado y por más que discurre y medite viene siempre á estrellarse en *un no sé*.

Hay en la obra de la creación, así en lo grande como en lo diminuto y microscópico, un abismo sin fondo de saber ó de ciencia, pues toda ella está montada científicamente; el hombre lo ve, lo palpa lo reconoce; pero una partecita de ella sólo le es dado alcanzar, á fuerza del trabajo que las generaciones van acumulando y esta partecita de ciencia no se refiere á leyes y conocimiento de principios, sino solo á hechos ó fenómenos, y aun respecto de estos el conocimiento que posee, no deja de andar revestido repetidamente de cierta sombra ú obscuridad.

La sana razón cree y adivina perfectamente que todo cuanto acontece en la creación está encadenado; pues el acaso ó la independencia en las criaturas, es un mito que repugna á la inteligencia, y que todos los efectos tienen su causa es un postulado de la razón, ya que los panteistas y los mismos idealistas y escépticos, en medio de sus hipótesis y peregrinas teorías, lo confirman.

Pero por más que la conexión de unos fenómenos con otros sea cierta y que

en contados casos sea alcanzada por la inteligencia del científico y arrancada de la naturaleza la fórmula ó ecuación á que obedecen; con todo se encuentra muy pronto atascado el físico en su camino, si trata de ensanchar el campo de sus pesquisas enderezadas á dar con el *como* y el *porqué* de los fenómenos que se le van presentando, y señaladamente, si se pretende relacionar los fenómenos pasados con los presentes y por venir.

Fenómenos hay y no pocos con los cuales está el físico en contacto, como son los meteoros cotidianos, entre los cuales debe haber aunque no aparezca á los sentidos, relaciones íntimas é inmediatas y estar por tanto sometida la sucesión de unos á otros á sus leyes respectivas lo mismo que toda criatura; pues no se concibe que siendo todos estos fenómenos físicos, en los que la mecánica no deja de intervenir substancialmente, no estén regulados por ley alguna· El Autor de la Creación, que todo lo ha dispuesto con peso, número y medida, no puede menos de tener sometidos todos los fenómenos del mundo molecular y atómico, por más caprichosos, casuísticos y enigmáticos que parezcan, á una ley tan matemática, como las que regulan el mundo sideral.

Y no obstante, á pesar de la labor, las vigilias, las experiencias, los cálculos, las comparaciones por tantas inteligencias de primer órden efectuados, no puede gloriarse con el conocimiento perfecto y cabal de ninguno de ellos; puesto que hasta el presente no ha podido salvar la valla que se le interpone en el camino de la indagación de las relaciones de causa y efecto, que necesariamente entre ellos debe existir.

Es verdad que respecto del mundo sideral, para fijarme en alguno, alguna grande conquista ha hecho, pues gracias á la privilegiada inteligencia de físico-matematicos tan insignes como Newton, puede al parecer envanecerse con la ley de la gravitación, á que estén sometidos aquellos colosos del cielo y con la sencilla fórmula que representa el mecanismo de la máquina del Universo; pero oid como el mismo autor al formularle introduce un *como* en el cual confiesa prudentemente su ignorancia, pues no dice lisa y llanamente que los cuerpos se atraen en razón directa de sus masas y en razón inversa del cuadrado de sus distancias, sino que convencida su perspicaz inteligencia que esto es imposible, porque la materia no atrae ni puede atraer, pues es propiedad esencial suya la inercia, dice que parece, que pasa lo mismo que si se atrajeren los cuerpos en razón directa de las masas y en razón inversa del cuadrado de sus distancias.

¿Cómo explicar pues este fenómeno de aparente atracción bautizado como si se dijera alguna cosa positiva con ello, con el calificativo de gravitación? He aquí el enigma, hé aqui el misterio, ante el cual se encuentra atascada tan superior inteligencia, pues aunque ensaya explicarlo por otra teoría en la cual juega el eter el principal papel, atribuyéndole la efectividad de tales movimientos, con todo nótase en seguida una deficiencia con solo fijarse en que el éter, no por ser sutil, impalpable y muy elástico deja de ser inerte como toda materia, y por tanto sin facultad ni potencia de atraer cosa, ni materia alguna.

Pues menos ha podido todavía respecto de la explicación del encadenamiento de los fenómenos acústicos, caloríficos, luminosos, magnéticos y eléctricos, que de contínuo trae entre manos, viéndose obligado á cubrir su ignorancia ó desconocimiento de los arcanos de la naturaleza con la invención de las palabras tan hueras y vacías de sentido científico, como, *gravedad, fuerza catalítica, afinidad,* etc.

No obstante muchos progresos ha hecho y sigue haciendo el entendimiento humano, enriqueciéndose cada día con el descubrimiento de hechos sorprendentes y de aplicaciones cada vez más útiles á la humana sociedad; pero respecto de las relaciones superiores de causalidad de los mismos, se encuentra de contínuo perplejo y en discordancia permanente entre sí, es decir, que las ciencias físicas se adelantan con admirables progresos en el campo de los hechos, pero en el de las teorías andan vacilantes y mal seguras.

Y lo que es peor y menos lisonjero es que hasta respecto de los hechos, de la gran mayoría de los hechos, que le interesan grandemente, tiene que quedarse á obscuras. Me fijaré sólo en el descubrimiento de unas leyes, tras el cual van todas las generaciones por el grande interés que reviste para él; tal es la previsión de los meteoros, ó como se dice vulgarmente, la previsión del tiempo.

Poniendo á contribución todas las observaciones diurnas y nocturnas, en la mar y en la tierra, todas las experiencias y anotaciones, los cálculos, las comparaciones y en fin, la multitud de trabajos de toda suerte hechos de muchísimos años á esta parte, enderezados á este fin por todas las naciones civilizadas, ¿que es lo que se ha conseguido hasta el presente? Todos lo sabemos: determinar con más ó menos precisión el curso de ciertos meteoros al través de los Océanos y de los continentes ó dentro de dadas regiones, y de consiguiente fijar la hora de su paso ó aparición en determinados lugares con alguna anticipación, y esta de algunos pocos días, y no de semanas, y menos de quincenas y meses; y poca cosa más, por no decir, nada más, pues es una verdadera utopía pretender en la actualidad predecir no solo un meteoro dado, sino además y singularmente la resolución del mismo en determinados tiempos y lugares.

Sin embargo, ¿qué duda hay que estos y aquellos fenómenos en su orígen, desarrollo y resolución no siguen un curso casual, ni se efectúan al acaso, sino que obedecen á factores varios del órden físico y que en el conocimiento de la intervención de estos factores, en el de relaciones mutuas debe estribar el fundamento de la ley de los mismos y por tanto su previo conocimiento?

Mas no ha sonado todavía, en el reloj de los tiempos, para el ingenio humano la hora de tan codiciada conquista. Tal vez como quiere algún físico-matemático esté ya en vía de ser descubierta y según otros representada por la fórmula de alguna de las series recurrentes, pero falta en todo caso mucho que andar para llegar siquiera á vislumbrar el momento de saludar la aurora de tan importante descubrimiento.

De todo lo cual debemos inferir que el hombre ha de bajar su frente y con-

fesarse, por ingenio que tenga, incapaz é impotente para dar con el *porqué* de muchos hechos y el *como* se realizan la mayor parte de fenómenos físicos, á pesar de tenerlos unos constantemente á la vista y otros de contínuo entre manos: y que sólo le ha sido dado como fruto de su laboriosa tarea *(pessima occupatio)* de escudriñar la naturaleza, descubrir fenómenos, realizar hechos, cada día á la verdad más sorprendentes, en términos que, si no los tocáramos y palpáramos, nos parecerían una leyenda y un sueño siquiera el intentarlo. Mas no está ni ha estado hasta ahora al alcance de su inteligencia, por poderosa que haya sido, abarcar la serie y conexión de concausas, gracias á las cuales los fenómenos se efectúan desde la primera que los inició hasta la última que ha dado remate á los mismos.

¿Y tendrá el hombre que quedarse en este vacío y devorar esta innata sed de ciencia sin poderla nunca satisfacer? ¿Deberá, no obstante los fuertes estímulos que le aguijonean de escudriñar, de conocer, de comprender cuanto dentro y fuera de él físicamente ocurre, deberá, digo, ahora y siempre vivir sumergido en estas sombras y obscuridades? No: porque á otras alturas le tiene destinado el Creador, desde las cuales sin trabajo, sin esfuerzo alguno de razonamiento verá las leyes, las conexiones de todos los fenómenos del órden físico, desde su principio á su fin.

Allá será disipada para siempre de su entendimiento esta obscuridad, en que ve envueltos los orígenes y la realización de los accidentes del Universo. Allá, libre su espíritu de la materia y viviendo su propia vida, que es entender y amar, penetrará todos los arcanos de la Creación comprendiendo sin dificultad alguna los misterios más insondables de la naturaleza toda: elevado allá á las regiones del conocimiento de la Esencia divina, podrá contemplar no sólo los fenómenos, sino los principios, las causas, las leyes y la razón de ser de todo cuanto en el mundo se realiza: sumergido allá en aquel piélago de Luz increada verá de una manera intuitiva la substancia, la esencia de las cosas creadas por perpetuas eternidades.

Allá, en fin, mirando aquel Sol de los soles, centro y razón de ser de todo lo existente y posible, mediante una luz comunicada, abarcará de una sola mirada lo pasado, lo presente y lo futuro; desde el primer fenómeno que apareció con el *in principio* hasta el postrero que se realice; desde el *fiat lux* hasta la extinción perpetua de la misma; desde el primer movimiento etéreo á la última onda ultra violada; en una palabra desde el día en que salió todo de la nada por la potente mano creadora hasta aquél, en que los cielos pasaran y la tierra y todas sus obras á la nada volverán.

He dicho.

PRESENTED
2 OCT.1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

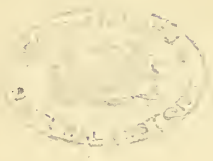
TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 11

INFLUENCIA DE LA ELECTRICIDAD

EN LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS Y METALÚRGICAS

DISCURSO LEÍDO POR

D. G. J. DE GUILLÉN GARCÍA



Publicada en agosto de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 11

INFLUENCIA DE LA ELECTRICIDAD

EN LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS Y METALÚRGICAS

DISCURSO LEÍDO POR

D. G. J. DE GUILLÉN GARCÍA

Publicada en agosto de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

INFLUENCIA DE LA ELECTRICIDAD EN LAS INDUSTRIAS

QUIMICAS Y METALÚRGICAS

discurso leído por

D. G. J. DE GUILLÉN GARCÍA

en el acto de su recepción, el día 30 de abril de 1904

EXCMO. SEÑOR. SEÑORES:

Si al ingresar en esta Real Academia todos vosotros os considerasteis grandemente honrados, cuanto más no lo estimará un ex-alumno de la misma. En las clases que se daban antiguamente en este edificio adquirí en parte mis primeros conocimientos técnicos. Por esto no estrañareis lo mucho que he querido y respetado siempre á la Academia de Ciencias Naturales y Artes, y que al sentarme en este sitio tenga grandes recuerdos.

Debo daros gracias, señores académicos, por la distinción que me habeis otorgado, debida sólo á vuestra benevolencia y á la amistad que algunos me profesan. Debo recordar, especialmente en este momento, á los señores académicos ya difuntos, señores Maimó, Costa, Rave, Echeverría, Villanueva y Sánchez Comendador, de quienes recibí parte de los conocimientos que poseo y con los cuales se me han abierto las puertas de esta Corporación.

El reglamento me exige que os lea un trabajo, pero como que, ni mis pulmones, ni el acto permiten que sea largo, sólo os leeré parte de él.

Dificilísimo es hallar un tema apropiado á esta clase de sesiones; debe ser técnico, porque lo exige el carácter de esta Academia; pero teniendo en cuenta que no puedo aburrir con la lectura de fórmulas, cálculos y reacciones, á las personas amigas que han venido á dar mayor realce á la fiesta con su asistencia, debo escoger, entre los técnicos, un tema que todos puedan comprender. Atendiendo á estas consideraciones y fijándome en que pertenezco á la sección de tecnología, me ocuparé del tema «Influencia de la electricidad en las industrias químicas y metalúrgicas», haciendo ver que esta influencia es tal sobre dichas industrias, que las reformará por completo.

Para probar esto nos ocuparemos: 1.° de que siendo posible, con la electricidad, el empleo de las grandes energías naturales á bajo precio, las industrias electro-químicas pueden tener gran desarrollo, siéndoles posible dar los productos á más bajo precio, y por lo tanto, substituir á la industria química no eléctrica; 2.° exponiendo algunos datos estadisticos sobre su producción, daremos á cono-

cer el gran desarrollo que ya tiene en la actualidad; y 3.º describiendo, aunque sea ligeramente, los nuevos procedimientos electro químicos, daremos á conocer el estado actual de la industria electro-química.

Ocupémonos en la primera parte.

I.—Siendo posible con la electricidad el empleo de las grandes energías naturales á bajo precio, las industrias electro-químicas pueden tener gran desarrollo, es posible dar los productos á bajo precio, y por lo tanto, sustituir á la industria química no eléctrica.

Si estudiamos las fuerzas naturales y nos fijamos en los sitios en que se desarrollan las energías, veremos que en la naturaleza hay grandes energías que no se explotan ó se explotan muy poco; tales son las corrientes de los ríos, los vientos, las mareas, las olas y el calor solar; y como ríos, viento, mar y sol, es de creer que habrá mientras exista el hombre, de aquí se deduce que nunca puede faltarnos energía para nuestras necesidades industriales. La dificultad que en muchísimos casos presentaba, hasta hace poco, su aprovechamiento, era su aplicación práctica y económica; pero hoy, mediante la electricidad, es posible el aprovechamiento de todos los saltos de agua, y vamos en camino de aprovechar con éxito el viento, el calor solar y las olas.

La energía de los ríos se explotaba muy poco, y sólo podía tener lugar en aquellos sitios que se hallaban cercanos á población, en donde podían vivir los obreros, y además junto á buenas vías de comunicación, para que el transporte de las primeras materias y el de los productos elaborados, saliese económico. Teniendo esto lugar en sitios de poca pendiente, los saltos salían relativamente caros y de pocos caballos de fuerza. Los grandes saltos y muy económicos, hállanse comunmente en los terrenos montañosos, en sitios que es imposible, muchas veces, establecer una industria; pero hoy, gracias al transporte de energía por medio de la electricidad, podemos explotar estos saltos construyendo la fábrica en el sitio más conveniente.

Estos manantiales de energía son inmensos; basta fijarnos en la cantidad de agua que cae al año de la atmósfera y en la orografía de las naciones, para comprender los millones de caballos que puede proporcionarnos el agua de lluvia, desde que toca á la superficie de la tierra hasta que llega al mar. Sólo los grandes saltos del río Zambeze en Victoria, llegan á dar 35 millones de caballos. Los del Niágara son de unos 7 millones. En la actualidad se aprovecha una pequeñísima parte; saltos establecidos, hay pocos; la mayor parte del agua va, sin utilizarse, al mar durante las grandes avenidas de los ríos, y en muchos sitios sólo se emplea la energía durante algunas horas al día. Por esto se comprende el porque de los trabajos de repoblación forestal que se efectúan en varias naciones, y la conversión de los pequeños lagos en depósitos de retención de agua, para normalizar las corrientes de los ríos. Para obtener estos depósitos ó reservas, ó se

levantan las paredes del lago ó se baja la salida del agua, construyendo túneles de desagüe, como puede verse en los lagos Orédon, Caiilaouas, Aumar, Aubert, Cap de Long y d'Oo.

Si bien en la actualidad en España la energía explotada de los ríos es poca en relación á la que se puede obtener, es ya considerable en sí, pues según datos del Conde de San Bernardo, la energía hidráulica que se explota en España es de 100.000 caballos hidráulicos, y fijándome en la última estadística eléctrica oficial, se dedican sólo para producir electricidad 37.400 caballos hidráulicos, sin contar las centrales en que se emplea agua y vapor, que en conjunto suman casi 24.000 caballos, los cuales en su mayoría serán desarrollados por agua (1). Según los estudios de Borcher, hace unos dos ó tres años que la energía aplicada sólo á la industria electro-química, era de 422.000 caballos, y de ellos, 388.000 eran aprovechamiento de las fuerzas naturales.

El viento, apesar de ser un gran manantial de energía, presenta la contra de tener una intensidad variable, y, por lo tanto, no puede emplearse en la industria por exigir ésta una fuerza constante. Hoy, con la electricidad, es posible esta constancia, transformando en electricidad la energía desarrollada en un molino de viento ó en otro aparato. Ya no son resultados de laboratorio los que os puedo exponer, son hechos sancionados por la práctica, obtenidos en Cristianía. En Ascoo hay una central, la *Elektroteknuk Tideskveft*, que si bien es pequeña, pues sólo es para 450 lámparas de incandescencia, es notable por utilizar los motores de viento para la obtención de la electricidad, y por haber ya funcionado durante un año de un modo satisfactorio, apesar, según se dice, de luchar con los efectos de fuertes temporales.

Se han vencido las dificultades que presentaban las velocidades del motor. En esta Central se obtienen velocidades que no varían en exceso, sea cualquiera la fuerza del viento, usando un interceptor de máxima y mínima, que automáticamente inserta la dinamo en cuanto la tensión alcanza un valor conveniente, y la elimina del circuíto cuando el viento tiene escasa velocidad. Además, el eje del motor de viento no está directamente unido al de la dinamo, sino que su correa obra sobre otro tercer eje auxiliar, que á su vez pone en movimiento el generador de electricidad. Este eje auxiliar no tiene dirección invariable, y puede bascular, arreglándose la tensión que sobre él ejerce la correa que viene del motor de viento, por medio de un contrapeso. Desde que la carga pasa de un máximo dado, la correa del motor resbala sobre la polea del eje auxiliar, y el molino puede marchar á cualquier velocidad, sin que el número de revoluciones de la dinamo por minuto, exceda de determinado límite. La fábrica cuenta con una batería de acumuladores y de un pequeño motor de petróleo, para cuando hay una calma completa en la atmósfera.

---

(1) Los motores de gas pobre se emplean con éxito en bastantes centrales eléctricas.

El coste de esta fábrica fué de unas 26.000 pesetas, creyéndose que se obtendrá un beneficio de 3.400 aproximadamente. Buenos deben ser sus resultados, cuando se construyó una análoga en Vallekilde.

En la pequeña ciudad de Wiettkiel, también hay un molino de viento eléctrico, aunque no sé si pertenece al sistema descrito. Su potencia es de 20 caballos, y á la velocidad de 11 vueltas por minuto acciona una dinamo, destinándose la corriente producida á la carga de acumuladores, y éstos se utilizan para el alumbrado de la población. Según M. Graffigny, la primera aplicación tuvo lugar cerca del faro de la Hève y la segunda cerca de Chicago.

El empleo de las mareas es antiguo; se regularizaba su efecto por medio de grandes estanques y empleando ruedas ó turbinas que, recibiendo más ó menos agua, desarrollaban igual fuerza, aunque variase la carga. Esto no satisfacía por completo en nuestros tiempos, pues además de la irregularidad de las mareas, exigía emplear la fuerza en determinados sitios, principalmente en donde las mareas son más intensas, y no era posible construir el estanque en buenas condiciones. Hoy, mediante la electricidad, puede explotarse su energía en cualquier sitio: las turbinas mueven las dinamos que producen electricidad, y ésta se conduce á donde se quiere por medio de hilos ó cables. En Inglaterra acaba de formarse una gran sociedad para obtener electricidad empleando las mareas.

Las olas son también un manantial de riqueza, pero hasta ahora poco han conseguido los que han querido explotar su energía. Varios son los que se dedican á buscar los medios de su aprovechamiento y la electricidad les permite llegar á una resolución práctica de sus trabajos á pesar de la variabilidad de esta fuerza.

Los rayos solares que llegan á la tierra son una fuente de energía, que no dejará de explotarse en los países en que siempre brilla el sol y cuyos rayos, aproximándose más á la vertical, calientan más. Para comprender su importancia, basta fijarnos en que parte del calor del sol que llega á la tierra eleva, evaporándola, el agua del mar y de los continentes, formando las nubes que se hallan á gran altura, agua que luego cae en forma de lluvia alimentando los ríos, y por consiguiente, los saltos allí establecidos.

El coronel Sr. de Cabanyes ha emprendido un camino distinto á los otros para estos aprovechamientos. Pone el aire en movimiento por medio del calor solar, y la corriente de aire que se obtiene hace girar una dinamo. La revista *La Energía eléctrica* hace elogios de este procedimiento, y es de esperar que el nuevo camino emprendido por el Sr. de Cabanyes servirá para hallar, él ú otros, el medio práctico de utilizar la energía de los rayos solares transformándola en electricidad, y llevándola, por medio de cables, á las poblaciones ó puntos de consumo.

Con la electricidad hemos visto que es posible aprovechar cascadas y saltos de agua de algunos miles de caballos de energía, que se hallan en sitios muy montañosos ó en puntos de gran altitud, en los cuales casi no es posible edificar

una fábrica, y por esta razón antes no podían utilizarse. En estos sitios basta un pequeño canal para tener muchos metros de salto, y por lo tanto, el coste del caballo vapor-año, sale á muy pocas pesetas.

Transformada esta energía en electricidad por medio de una dinamo, y luego transportada por medio de cables á sitio adecuado, es posible establecer fábricas de enorme producción con estos miles de caballos á bajo precio, y dar productos que compitan en baratura con los que obtiene la industria química. Esto hace que la industria electro-química vaya sustituyendo á la antigua industria.

II.—Exponiendo algunos datos estadísticos sobre la producción de las industrias electro-químicas, daremos á conocer el gran desarrollo que ya tiene en la actualidad.

Para formarse idea del gran número é importancia de las industrias á que ha dado origen la electricidad, basta fijarse en una estadística referente al año 1900, en la que se dice que se empleaba sólo para las industrias elctro-químicas, la enorme cifra de 422,000 caballos, de ellos 388.000 obtenidos de las fuerzas naturales.

La industria de la luz eléctrica va sustituyendo á la industria química del gas del alumbrado, y en muchos sitios ya es imposible fabricar gas porque resulta más caro. La producción del fluído eléctrico es ya muy importante, y solamente en España hace poco, existían 1188 fábricas. Sólo las seis que posee en Berlín la Allgemeine Electricitats Gesellschaft producen la enorme cifra de 33120 kilovatios-hora.

En 1890, sólo las industrias *electro-químicas* y *electro-metalúrgicas,* dieron productos por valor de 743 millones de francos. Entre éstos, hay el carburo de calcio del que se obtuvieron 256.244 toneladas, por valor de 96.141.000 francos. En la electrolisis de los cloruros alcalinos, se emplearon 92,400 caballos eléctricos. En 1898 la industria del aluminio dió 4,030 toneladas de metal, que valían unos 12 millones de francos. Para el clorato de potasa, sólo en Francia, se aplícaron 14,000 caballos; y la sosa, cloro y derivados 26,000.

Fábricas de industrias electro-químicas hay muchas en Europa. Existen varias de aluminio, alguna muy importante; de refino de cobre, muchas, contándose entre éstas las de Alemania, Inglaterra, Austria é Italia; de estaño conocemos tres en Alemania y una en Inglaterra; de magnesio, una en Alemania; de zinc, dos en Inglaterra; de carburo de calcio hay muchísimas, hallándose algunas en España; de carborundum, dos; de oro, dos en Alemania; de sodio, varias; de sosa, cloro y derivados, 38 en las naciones de Europa; varias de clorato; dos de fósforo; una de albayalde en Alemania; y de oxígeno una en Italia y otra en Suiza. Supongo que habrá muchas más que no puedo citar.

Ante estos números hay que conceder que la transformación de las industrias químicas por la electricidad no es una suposición para el porvenir, es ya un hecho real.

III.—Describiendo, aunque sea ligeramente, los nuevos procedimientos electro-químicos, daremos á conocer el estado actual de la industria electro-química.

Comprendo las industrias que obtieneu un producto por medio de una reacción química y con la electricidad, en un solo grupo que llamo de industrias *electro-químicas,* tanto si se extrae del mineral como si se obtiene de otro cuerpo que no lo sea, pues en el estado actual de la industria eléctrica, se emplea alguna vez el mismo procedimiento tanto si se usa el mineral, como si se echa mano de cuerpos artificiales; y dentro de una fábrica en que se produce un cuerpo extraído del mineral, se obtienen productos ó metales sacados de la reacción de cuerpos artificiales.

Las *industrias electro-químicas* se dividen en dos grandes sub-grupos: 1.° *industrias electro-químicas por via húmeda;* y 2.° *industrias electro-químicas por via seca.* Veamos como puede dividirse cada subgrupo, fijándonos en el modo como obra la electricidad y en las reacciones que tienen lugar.

El primer subgrupo, se divide en cinco:

1.°—*Descomposición de un líquido por el paso de una corriente.* Ejemplo: Industria del oxígeno y del hidrógeno.

2.°—*Descomposición del cuerpo binario disuelto en el agua y que forma el electrolito que contiene la cuba.* El metaloide que es el volátil se desprende del anodo, y el metal se deposita en el catodo, y si éste es mercurio se le amalgama. En este último caso el metal se separa por destilación. Ejemplos: la fabricación del sodio.

3.°—*Procedimientos varios de galvanoplastia.* El electrolito contiene una sal ó cuerpo binario del metal que hay que depositar. En el catodo hay ó lo forma el objeto que debe recubrirse de metal, y el anodo lo constituyen láminas de este mismo metal.

4.°—*Procedimientos parecidos á la galvanoplastia, para afinar ó depurar un metal, ó bien, extraer uno que se halla en la masa metálica que sale de un horno metalúrgico no eléctrico.* En este procedimiento, el anodo lo forma este cuerpo metálico ó metal que se desea afinar, y en el catodo se recoge el que se separa, siendo el electrolito una disolución de una sal del metal que se extrae y que no puede disolver el otro ú otros metales ó cuerpos que le acompañan. Pertenecen á este grupo el refino del cobre; la extracción de la plata, de los plomos argentíferos; el oro, de las arcillas y rocas; la extracción del estaño, de los trozos de hojadelata, etc.

5.°—Los que se fundan en la descomposición simultánea del agua y de la sal ó cuerpo binario que forma el electrolito. Algunos de los cuerpos que resultan de la descomposición, reaccionan entre sí, y forman nuevas combinaciones. Ejemplo: es la extracción del plomo de la galena, la obtención de los carbonatos alcalinos, de los cloratos, etc.

En todas las industrias electro-químicas por vía húmeda, debe emplearse corriente eléctrica llamada contínua, siendo bajo su voltage y grande el amperage.

Antes de instalar una de estas industrias eléctricas por vía húmeda hay que conocer bien las leyes de Faraday y su complemento las de Becquerel, Thomson y Ostwald. Además es preciso fijarse en la intensidad y potencial de la corriente que se necesita. Con estos últimos datos ó con fórmulas especiales se deducirá la energía que debe emplear y por consiguiente la que debe desarrollarse en la máquina motriz.

En los procedimientos electro-químicos por vía húmeda, hemos visto que en unos sólo se verifica descomposición química, y en otros descomposición y composición. Esta nos dice, que el trabajo total no es el mismo en todos los casos, y por lo tanto, la conveniencia de fijarse en esta importantísima cuestión. Examinemos el primer caso, pero antes hay que fijarnos en el amperaje y voltaje que se necesita.

Para hallar el número de amperios que necesitamos hay que usar la fórmula

$$I = \frac{P \times 1000}{a} \quad \text{ó bien} \quad I = \frac{P \times 1000}{h \times e}$$

teniendo por supuesto el anodo y el catodo la superficie necesaria en cada caso, pues de lo contrario los resultados no serán los que den estas fórmulas. Es decir, hay que recordar las experiencias de M. Sprague expuestas por M. P. Juppont, en las que además se ve la diferente clase de producto obtenido, según sea la relación que existe entre la superficie de los electrodos y la intensidad de la corriente.

En estas últimas fórmulas, I es el número de amperios. P el peso del producto que debe obtenerse por hora, en kilos; a la cantidad en gramos del cuerpo que se desprende del electrolito, una corriente eléctrica de un amperio-hora; h, la fracción en gramos de hidrógeno que se desprende en la electrolisis del agua con una corriente de un amperio-hora; y e el equivalente químico del cuerpo simple que se precipita ó se desprende.

La fuerza electro-motriz necesaria para las industrias electro-químicas es muy débil, pues sólo debe ser la necesaria para el trabajo de descomposición, y para el trabajo absorbido por la resistencia. Para hallar los voltios necesarios para el trabajo de la descomposición, hay que emplear la fórmula

$$E = 4'16\ z\ w$$

en donde z es el equivalente electro-químico del cuerpo que se pone en libertad ó se desprende y w el número de calorias desarrolladas por un gramo del cuerpo simple, ó cuerpos que han puesto en libertad, para pasar otra vez al estado de

combinación. Este valor w si no se halla ya calculado, se busca experimentalmente.

Para evaluar esta fuerza electro-motriz en función de los equivalentes, se tiene (1)

$$E = 0'0431\ w\ e$$

siendo e el equivalente del cuerpo desprendido y w el número de calorias (kilógramo grado) desprendido por la combinación de un equivalente químico del cuerpo que se considera.

Simplificando esta fórmula tendremos:

$$E = \frac{e\ w}{23}$$

Para hallar los voltios necesarios para vencer las resistencias que son: las que presenta el electrolito, conductores y dinamo, hay que proceder como para el cálculo de las resistencias en general.

Para convencernos del poco voltage que debe tener la corriente para el trabajo de descomposición, nos fijaremos en uno de los diferentes casos, la electrolisis del cloruro de zinc.

Los voltios serán: $E = \frac{e\ w}{23}$, como $e\ w$ en este caso es 56'4 tendremos

$$E = \frac{56'4}{23} = 2'45 \text{ voltios.}$$

El trabajo de la descomposición química en kilográmetros segundos, lo da

$$w = \frac{I\,E\,t}{g}$$

y el trabajo absorbido en kilográmetros segundos por las resistencias

$$w' = \frac{I^2\,R\,t}{g}$$

---

(1) Estas fórmulas aún están presentadas con las antiguas equivalencias químicas.

y el trabajo total se obtiene con la siguiente fórmula, suma de las dos anteriores

$$W = \frac{I E t + I^2 R t}{g}$$

en donde
W—es el trabajo total en kilográmetros;
I—intensidad de la corriente en amperios;
E—fuerza electro-motriz en voltios;
R—la resistencia total del circuíto,
w—trabajo químico en kilográmetros;
w'—trabajo calórico en kilográmetros, y
t—tiempo durante el cual pasa la corriente.

Entre las resistencias del circuíto hay una que es la del líquido. Esta resistencia la da la fórmula (1)

$$R = \frac{O \times D}{10.000 \times S}$$

en donde
R—Resistencia del líquido en ohms;
O—es la resistencia específica del líquido en ohms-centímetros;
D—distancia entre los electrodos en centímetros cuadrados, y
S—superficie inmergida de los electrodos en metros cuadrados.

No nos ocupamos de las resistencias de la dinamo, conductores, etc., porque ya son muy conocidas sus fórmulas.

En el electrolito hay descomposición y combinación.—En este caso van comprendidos los procedimientos de los grupos 3.° y 4.° citados. En teoría, la energía necesaria es casi nula, sólo hay el gasto por el transporte de los iones, pues el desarrollo de energía por efecto de la disolución del metal, es igual á la necesaria para la precipitación del mismo metal. En la práctica hay que añadir la energía necesaria, para vencer las resistencias de conductores, polarizacion, etc., que son relativamente pequeñas. Sobre el transporte de los iones conviene leer las obras de Hollard, Etard, Ostavald y Von T'Hoff.

Cuando varios metales existen en el electrolito en forma de sales ó los contiene el catodo, hay que recordar en el primer caso las experiencias de Kilcani sobre el orden de deposición de los metales, y en el segundo la clase de electrolito que ha de emplearse; éste debe disolver los metales que quieran extraerse del catodo, como veremos más adelante al ocuparnos del refino de los metales.

---

(1) Véase H. Fontaine—Electrolyse, pág. 28.

Con los procedimientos electro-químicos por vía húmeda se obtienen industrialmente el hidrógeno, el oxígeno, el cloro, el bromo, el fluor, el cromo, el cobre como refino, el plomo, la plata de los plomos argentíferos, el oro y la plata del cobre que los contiene aleados y se extrae el oro de las arcillas y de las rocas, y en general de las disoluciones de cianuros pobres procedentes de los resíduos de las minas de oro. También se extrae el estaño de los trozos de hojadelata y se fabrica sosa y potasa cáustica, carbonato de sosa, hipocloritos y cloratos alcalinos, bromuros alcalinos, cromatos y bicromatos alcalinos, permanganato de potasa, albayalde y otros cuerpos. Asimismo se emplean estos procedimientos para la galvanoplastia, grabado, electrotipia, galvanotipia, etc.

Procedimientos industriales electro-químicos por vía seca.—Los divido en cuatro grupos:

1.º—Lo forman *los procedimientos en que se emplean hornos eléctricos sólo para producir grandes temperaturas*. En ellos se verifican reacciones varias. Pertenecen á este grupo la industria del carburo de calcio, la de la extracción del hierro del mineral, la del aluminio, la del carborundum y la del fósforo.

La corriente eléctrica que se emplea debe ser alterna si atraviesa la masa, pero si se produce un arco á distancia y sin atravesar esta masa, puede ser contínua. En ambos casos es de poco voltage y mucho amperage.

2.º—*Los procedimientos en que se adoptan hornos eléctricos para dar temperatura, y se emplea al mismo tiempo la corriente para descomponer el baño electrolítico fundido. El anodo y catodo no toman parte directa en la reacción.* Ejemplo: la obtención del sodio.

La corriente en este caso es la llamada contínua, de poco voltage y mucho amperage. Los anodos y catodos acostumbran ser de carbón.

3.º—*Los procedimientos en que hay hornos eléctricos para licuar el electrolito y en los que mediante la electricidad tiene lugar la electrolisis. El anodo es de carbón, pero el catodo es metálico, que poco á poco se va aleando con el metal que se produce por electrolisis.* Ejemplo: la industria del *cobre-aluminio;* la del sodio con aleación de sodio-plomo.

La corriente, como en el caso anterior, es contínua de poco voltage y mucho amperage.

4.º—*No se emplean hornos eléctricos y sí chispas eléctricas en atmósfera seca ó húmeda ó bien efluvios.* Ejemplo: la producción industrial del ácido nítrico y del ozono (1). *También por el paso de un cuerpo en estado gaseoso sobre un hilo de platino enrojecido por la electricidad*, como sucede en la obtención industrial del hidrógeno por el acetileno.

El empleo de los hornos eléctricos proporciona á la metalurgia muchas ventajas. En primer lugar no se necesitan las grandes cantidades de carbón que antes se exigía, y por lo mismo no hace falta que se halle el mineral que se explota á poca

(1) Se obtiene principalmente con los efluvios eléctricos.

distancia de una mina ó junto á un ferrocarril. El fluído que se necesita para alimentar el horno, puede producirse con carbón ó con agua y va á donde se quiere.

En segundo lugar, siendo muy económicos estos hornos empleando agua, pueden competir con los otras sistemas.

Su volumen es muy reducido, y como las operaciones son rápidas, y no exigen los aparatos gigantescos y costosos de antes, la producción puede ser relativamente grande y barata la instalación.

Con los hornos eléctricos se producen temperaturas elevadísimas y con rapidez, y por lo tanto, es posible obtener reacciones y licuaciones que antes eran imposibles. Además, estas reacciones ó licuaciones pueden verificarse en una atmósfera neutra ó desoxidante.

Con la electricidad pueden obtenerse temperaturas de 4.000 grados, ó sean unos 2.000 grados más que la de los grandes hornos.

Basta fijarse en la fórmula

$$C = \frac{736\ c}{1.000} \times N \times M \times D \times T$$

para comprender las temperaturas que pueden obtenerse en los hornos eléctricos dadas las reducidas dimensiones que poseen, con las grandes energías hidráulicas de que disponen las grandes fábricas de industrias electro-químicas.

En esta fórmula C es el número de calorias por segundo que se produce con una energía de N caballos; c es el rendimiento calórico de un vatio por segundo; M el efecto útil de la máquina motríz que mueve la dinamo; D el efecto útil de la dinamo, y T el de las transmisiones.

No os puedo leer, porque es muy larga, la descripción de los principales procedimientos industriales para obtener metaloides, metales y sales, pero con todo lo expuesto creo haber probado que la influencia de la electricidad es tal sobre las industrias químicas y metalúrgicas, que las reforma por completo; y también he dado á conocer, aunque muy ligeramente, el estado actual de la nueva industra electro-quimica.

He abusado ya de vuestra paciencia, y por lo tanto debo concluir; pero antes me permitireis que os diga algo sobre el porvenir de las industrias electro-químicas.

Hay dos cuerpos, el aluminio y el carburo de calcio, que vienen á dar un nuevo impulso á las industrias de la extracción de metales; me refiero á la *aluminotermia* y á la *carburotermia*.

El principio sobre el cual se basa la primera, método creado por el doctor Goldschmidt, reside esencialmente en la reducción de los óxidos metálicos por el

aluminio, reducción que tiene lugar en condiciones particulares y viene á ser como la sustitución del metal del óxido por el aluminio. Sólo se exige, que el calor de combustión de aquél sea menor que el de éste.

M. Matignon ha publicado una tabla de las calorias de combustión de 29 cuerpos simples, hallándose el aluminio en el quinto sitio de mayor á menor, y por lo tanto, puede desalojar casi todos los metales usuales de sus óxidos.

La *aluminotermia* nos hace prever la fácil reducción en los hornos eléctricos de los óxidos de hierro y de niquel obtenidos con la energía hidráulica. He aquí las reacciones:

$2\ Al + Fe^2\ O^3 = Al^2\ O^3 + 2\ Fe$ más desprendimiento de (131'2-65'9) = 65'3 calorias.

$2\ Al + 3\ NiO = Al^2O^3 + 3\ Ni$ más desprendimiento (131'2-61'5) = 69'7 calorias.

No puedo ocuparme en las operaciones que son necesarias, sólo os diré que los metales obtenidos por este procedimiento salen muy puros, y que M. Goldschmidt en Essen-sur-Rhur, y la *Société d'electrochimie* en Saint. Michel-de-Maurienne (Alta-Savoya) preparan industrialmente el cromo y el manganeso, cuyo precio de venta permite el empleo del aluminio.

Desprendiéndose calor en la aluminotermia, como os he manifestado, podrá emplearse en la soldadura de los tubos y de los rails.

El carburo de calcio es un gran reductor del porvenir; este procedimiento fué estudiado por MM. Warren, Fröhlich y Neuman. He aquí las reacciones que presenta M. Guillet: (1)

$3\ M^2\ O + Ca\ C^2 = Ca\ O + 3\ M^2 + 2\ C\ O$ para la reducción de un óxido.

$2\ M^2\ O + 2\ M\ Cl = Ca\ C^2 = 3\ M^2 + Ca\ Cl^2 + 2\ C\ O$ para la reducción de un óxido con un cloruro, y

$$C\ O^3\ M^2 + 2\ M^2\ O + C^2\ Ca = 3\ M^2\ Co^3\ Ca + 2\ C\ O$$

para la reducción de un carbonato junto con un óxido.

Como aplicación industrial del carburo de calcio, mencionaremos la reducción de la malaquita y de una mezcla de sulfato de cobre y óxido de cobre. No citaré los resultados obtenidos por Goelmuyden en el horno eléctrico, con una mezcla de carburo de calcio, pirita de cobre ó de hierro, ó con galena, ó con estibina, porque son operaciones de laboratorio y por lo tanto, que yo sepa, aun

(1) Las reacciones están escritas según la antigua escritura y clasificación.

no es procedimiento industrial, hecho en gran escala y que haya obtenido la sanción del tiempo.

Creemos que el porvenir de la industria electro-química en el Norte de España, es grande. Tenemos en la vertiente española de los Pirineos, ricos depósitos de mineral entre grandes energías hidráulicas. Sólo faltan caminos para sacar de allí los metales obtenidos, pues la energía eléctrica puede conducirse á las minas y á donde deben instalarse los hornos; al mismo tiempo falta regularizar el estiage de aquellos ríos. Este último se obtendrá, repoblando de árboles los Pirineos, convirtiendo los muchos lagos que hay en aquella larga cordillera, transformándolos, en depósitos ó reservas de agua, levantando sus paredes cuando no cueste mucho, ó rebajando la salida del agua por medio de tuneles, para poderlos vaciar en parte en la época de pequeño estiaje, ó empleando los dos procedimientos á la vez.

Dios ha dado á España grandes riquezas que no sabemos aprovechar. Ya que la eletricidad nos facilita tanto su explotación, salgamos de nuestro letargo, y en vez de tener depositados millones en metálico, sin producir nada, en las arcas de los Bancos, empleémoslos en parte, en la instalación de estas industrias electro-químicas; así enriqueceremos á nuestra patria y contribuiremos á que sea grande como lo fué en otros siglos.

He dicho.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

por el Académico

D. Tomás Escriche y Mieg.

Señores:

Favor de sobra me hizo el académico electo Sr. Guillén al desear con empeño que le apadrinase en este acto solemne el menos caracterizado de los individuos que componen esta docta Corporación. No era yo, así lo creo lealmente, el más indicado para hacer la presentación del laborioso ingeniero, que, consagrado con amor á estudios especiales de electro-química industrial, hubiera podido encontrar, para dar contestación á su discurso de ingreso, un individuo de la Academia más significado que yo en ese ramo concreto de los conocimientos humanos.

No podía yo, empero, rehusar la honra que, sin merecerla, se me dispensaba, y acepté, á pesar del escasísimo tiempo de que para ello podía disponer, la grata misión de estudiar el interesante trabajo del recipiendario, y acompañar á éste en la solemne sesión de su ingreso.

El Sr. Guillén, que, siendo estudiante, se distinguió ya por sus notas de sobresaliente, no es, por cierto, una persona desconocida, y hace tiempo tiene significación en el mundo de la ciencia y de la industria, á juzgar por los muchos trabajos que ha hecho en ingeniería, por los numerosos cargos y comisiones que, á veces actuando de presidente, ha desempeñado, ya como individuo de asociaciones industriales, ya con motivo de las exposiciones de Londres, Amberes, Bruselas, Barcelona, París, y, en fin, por las repetidas ocasiones en que fué jurado en ese género de certámenes.

En la actualidad une á su cargo de ingeniero verificador de contadores eléctricos de la provincia de Barcelona, los títulos de presidente de la «Sección de electricidad, industrias químicas y metalúrgicas» de la Asociación de Ingenieros Industriales, agrupación de Barcelona, vocal de la Junta superior de España de la Asociación de Ingenieros Industriales, individuo correspondiente de la Real Academia de la Historia, socio de mérito del Instituto Agrícola Catalán de San Isidro, y honorario de algunas otras sociedades, habiendo, por otra parte, obtenido varias medallas de oro y primeros premios en diferentes concursos.

Entre sus numerosas publicaciones, me limitaré á citar las siguientes: «Explosiones de generadores de vapor», obra premiada en el concurso de la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona, y publicada por la misma á petición del jurado.—«El olivo, la aceituna y el aceite».—«Historia de la molinería y panadería.»—«El hueso en la industria y en la agricultura.»—«Altimetría.»—«Apuntes para la historia de la metalurgia.»—«Las inundaciones.»—«El agua y

sus aplicaciones en la agricultura», libro este último que se halla actualmente en prensa y que promete ser voluminoso.

Gran amor á la ciencia y laboriosidad incansable demuestran semejantes trabajos, y por ello merece plácemes el Sr. Guillén. Sea bienvenido entre nosotros el nuevo Académico.

Y hablando ahora de su trabajo de ingreso, sienta nuestro compañero la tesis de que la electricidad «*ha de transformar* las industrias químicas y metalúrgicas», y á fé que lo demuestra con gran copia de datos. Pero yo diría aún más que el Sr. Guillén, porque los beneficios de la electricidad no son una promesa sino una realidad presente: yo diría sin titubear que la electricidad «*está transformando rápidamente* las industrias químicas y metalúrgicas.» La profecía que nos hace el recipiendario será el remate de la prodigiosa evolución y hasta verdadera revolución que está llevando á cabo esa hada que llamamos electricidad.

Y no es sólo en el campo de las industrias químicas y metalúrgicas donde ella compite, triunfa y acaba por dominar como reina. Ese maravilloso agente que, después de haber hecho su aparición como propiedad del ámbar amarillo, curiosa ciertamente, pero al parecer sin importancia práctica, durmió olvidado ó poco menos durante casi toda la larga serie de siglos que abarca la historia de la humanidad, de pronto, sacudiendo su letargo, ha surgido potente, avasallador y con aspiraciones que no se han de saciar sin el dominio del mundo entero, y hasta que logre imperar en todas las manifestaciones de la vida humana. Así en Europa como en América, lo mismo en Asia que en Africa, en Australia y en todos los parajes en que el hombre se mueve, trabaja, vive, en fin, se le encuentra como alma universal, como fuerza vital prepotente que con su hálito sostiene lo mismo el fragoroso trabajo de la fábrica que las tranquilas manufacturas privadas y hasta los simples utensilios domésticos; que ora oculto misteriosamente impulsa los vehículos de todo género con una velocidad que puede llegar á vertiginosa, como rayo que es, ora como tal se manfiesta esplendoroso en deslumbradores efluvios de luz para disipar las tinieblas en todas las principales y más ricas ciudades de la tierra.

A la vista de este inmenso y universal poderío contemporáneo de la reina Electricidad, quizá pase por la mente de algunos el recuerdo de lo efímeras que son todas las grandezas en el mundo, y surja espontánea la duda de si será también pasajero como la moda, ese dominio del agente eléctrico. Aunque sea en un orden de ideas muy distinto, como las leyes físicas suelen tener sus análogas en el mundo moral, viene involuntariamente al espíritu la memoria de los grandes imperios que fundaron Alejandro, César, Napoleón, imperios que desaparecieron pronto en la inconstancia y mutabilidad de todas las cosas humanas. ¿Será asimismo pasajero, repito, el actual reinado de la Electricidad? ¿Será, como en la moda, efímero su paso?

No, respondo yo categóricamente, á no ser que desaparezca la civilización, y

la sociedad decrépita retroceda á la ignorancia de sus primeros tiempos. La ciencia no tiene, como las guerras de conquista, vencidos que más tarde puedan tomar la revancha; á todos aprovecha, á todos beneficia, y no encuentra enemigos que traten de suplantarla. La ciencia no es como la moda frívola, que busca de contínuo formas nuevas, no porque las usadas dejen de ser buenas, cómodas y aún estéticas, sino por el solo y grave pecado de que son ya muy vistas, y hay que cambiarlas porque..... porque hay que cambiarlas, aunque lo nuevo que se aclama sea mucho peor y más feo que lo viejo que se desecha: es nuevo, lo otro antiguo, y basta. Desde el instante en que el favor se concede por el solo concepto de actualidad, no puede menos de ser tan efímero como lo es el momento que pasa, el presente, cuya esencia es la incesante renovación.

En las ciencias y sus aplicaciones sucede precisamente todo lo contrario; la marcha es constantemente progresiva, y los cambios, que traen siempre mejoras, no constituyen, como en la moda, un fin, sino medios para alcanzar lo más perfecto, lo más económico, lo más práctico. Y una vez así obtenido lo que satisface más, no se abandona ya mientras una nueva conquista de la ciencia no traiga otra cosa mejor y por todos conceptos más satisfactoria. La electricidad ciencia tiene por base la solidez de la verdad, y la electricidad industria la de la economía. La primera de estas dos afirmaciones no necesita demostración; permitidme unas ligeras observaciones para justificar la segunda.

«Hasta estos últimos años, dice Janet, el trabajo mecánico, el calor y la energía química eran, puede decirse, las tres únicas clases ó formas de la energía cuyas transformaciones utilizaba la industria.» Pero es el caso que estas transformaciones no se pueden obtener directamente sin una inmensa pérdida. Así, una buena máquina de vapor gasta por término medio $0,^{kg}600$ de carbón por caballo-hora, esto es, para dar un trabajo de 270,000 kgm. Y como las 7500 calorias que produce la combustión de un kilogramo de carbón equivalen á 3195000 kgm., y por tanto la de $0,^{kg}600$ deja disponibles $3195000 \times 0,6 = 1917000$, el rendimiento de la máquina es

$$\frac{270000}{1917000} = 0,14,$$

es decir, sólo un 14 por 100.

Se ve que la máquina de vapor, aunque es un aparato precioso por ser hasta la fecha prácticamente el único que (con los motores de gas y de aire caliente), permite transformar el calor en trabajo, resulta, sin embargo, muy imperfecta, lo que en gran parte depende de que el agente primero utilizado en esa máquina, es decir, el calor, es una forma inferior de la energía, es, para emplear la gráfica expresión de Janet, de quien tomo estos datos, *energia de mala calidad.*

En cambio la eléctrica, que ofrece la inmensa ventaja de prestarse á ser con suma facilidad transformada en todas las formas antiguamente conocidas de la

energía y viceversa, nos proporciona un precioso intermediario de transformación para pasar indirectamente de una á otra forma de la energía. Así, en el alumbrado eléctrico hay primero entre la turbina y la dinamo conversión de la energía mecánica en eléctrica, y segundo entre la dinamo y las lámparas conversión de la energía eléctrica (intermediaria) en térmica. Compárese esta prodigiosa facilidad de transformación indirecta con la enorme dificultad y aun puede decirse verdadera imposibilidad con que se tropezaría para la transformación directa del frotamiento, verbigracia (energía mecánica) en incandescencia (energía térmica.)

Pues bien, á pesar de esa transformación intermediaria, el rendimiento de las dinamos se eleva de ordinario á 90 y aún más por 100, siendo así que hasta en las turbinas, en que no hay cambio en la forma de la energía puesto que mecánica es la que reciben como la que dan, no pasa aquél, por lo común, del 80 por 100. Por eso se ha dicho tan propia como gráficamente que *la electricidad es energía de buena calidad.*

Por último, sobre ser el agente eléctrico un magnífico intermediario en la transformación de la energía, nos ofrece un maravilloso medio para transportar, con muy escasa pérdida, las inmensas energías mecánicas hasta ahora perdidas en los abruptos saltos de agua y aún en las mareas y en el mismo oleaje, hasta los grandes centros en que se desarrolla la industria y la vida, por mucha que sea la distancia que, con su velocidad de rayo, tenga que salvar.

¿No son éstos, por ventura, títulos más que suficientes para creer y asegurar que la conquista del mundo por la electricidad no puede menos de ser definitiva y perdurable?

No quiero decir con lo anterior que todo haya de ser en adelante electricidad y no más que electricidad. Precisamente hacen ahora su aparición misteriosas radiaciones antes desconocidas, y que, no por sospechadas, llenan menos de asombro al mundo y de halagüeñas esperanzas á los que atisban nuevas aplicaciones y progresos. Lo que hay es que, á diferencia de los conquistadores humanos ó del hombre conquistador, que aniquila á su contrincante y le suplanta, los agentes naturales, como formas diferentes que son de la misma energía, coexisten y se apoyan.

Y esto me sugiere una dolorosa comparación entre la ciencia, con la hermosa obra de *producción* que por sus aplicaciones se efectúa, y la política, tal como se suele practicar sobre todo la internacional, con la funesta obra de *destrucción* que trae por séquito. En la ciencia todos los hombres nos sentimos hermanos; en la política somos enemigos los unos de los otros. Y es que en la ciencia todas las aspiraciones convergen hacia la verdad y el bien común, y en la política divergen hacia los diferentes sentimientos y afectos personales, con exclusión de los pertenecientes al opuesto bando. Por eso en la ciencia, procediendo por integración, encontramos cada vez más claro, más evidente el enlace y la solidaridad de los distintos agentes; y en la política, por diferenciación, se

van fraccionando cada día más los partidos y haciéndose cada vez más incompatibles las opiniones. Las conquistas de todas las ramas de la ciencia se prestan mútuo apoyo, siempre en busca de una hermosa síntesis; por el contrario, las conquistas de los guerreros se excluyen, porque éstos tienden á destruirse mutuamente.

Honda tristeza produce en el ánimo del hombre que piensa y siente, el espectáculo de la ciencia, base de toda *producción*, aplicada á la guerra, que es el más poderoso gérmen de *destrucción* que posee la humanidad. ¡Producir para destruir! ¡crear para aniquilar! he ahí, señores, el monstruoso contrasentido que involuntariamente se ofrece á mi espíritu, cuando me represento un barco de guerra contemporáneo empeñado en un combate naval. Años y millonadas obtenidas á costa de contínuos sacrificios en el contribuyente, para poseer un maravilloso aparato científico, que la misma ciencia se encarga de hacer trizas y pavesas en brevísimos instantes, en medio de horrores que jamás conocieron ni sospecharon los pueblos más bárbaros y salvajes anteriores á la civilización.

Y es que lo que llamamos civilización no lo es sino á medias, porque está lejos de correr parejas el progreso moral con el material. Sin que yo niegue el positivo adelanto que la educación debe á los grandes pedagogos modernos, es, no obstante, una verdad que, si bien se cultiva cada vez más la inteligencia, no se cultiva bastante la voluntad. Por eso progresamos tanto en el conocimiento de la verdad y sus aplicaciones al bienestar material, y tan poco en el respeto á la justicia, de que directamente depende el bienestar moral de las naciones. Sólo será fecunda la obra de la civilización para lograr la dicha de la sociedad, cuando, á la inteligencia afanosa por la verdad y sus aplicaciones, se una la voluntad firmemente encaminada al bien, para que se haga general la práctica desinteresada de todas las virtudes, así en el orden privado como en las funciones públicas.

He dicho.

PRESENTED
2 OCT 1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 12

LA CIRCUMNUTACIÓN EN EL GÉNERO MEDICAGO

2. NOTAS FITOGRÁFICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JUAN CADEVALL Y DIARS

Publicada en agosto de 1905

...TURAL HISTORY...

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 12

LA CIRCUMNUTACIÓN EN EL GÉNERO MEDICAGO

NOTAS FITOGRÁFICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JUAN CADEVALL Y DIARS

X 125.

Publicada en agosto de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

LA CIRCUMNUTACIÓN EN EL GÉNERO *MEDICAGO*

por el Académico numerario

Dr. D. Juan Cadevall y Diars

Sesión del 19 de mayo de 1905

Las leyes del Universo presentan un carácter tal de generalidad, que muchos fenómenos que á primera vista las contradicen, no son más que consecuencia lógica y plena confirmación de las mismas. Si la hemiedria de la boracita, por ejemplo, pugna con una de las leyes de la cristalización, es porque, conforme sospecharon Haüy y Delafosse, los ocho ángulos del cubo en que dicho mineral cristaliza, aunque morfológicamente iguales, son, por sus propiedades físicas, cuatro á cuatro distintos. De igual modo, si el agua en espacios capilares ó sometida á presiones enormes, permanece líquida hasta 20° bajo cero, es porque en tales condiciones no puede alcanzar el aumento de volumen que su congelación exige.

De esta suerte, ni la *refusión* se sustrae á las leyes generales de la solidificación, ni la hemiedria contradice la ley de simetría.

Así ocurre también en el reino vegetal, donde caracteres morfológicos contradictorios y á los cuales se ha dado gran valor, son, sin embargo, hijos de iguales causas y tienen una explicación sencilla. De ello nos ofrece un hermoso ejemplo el género *Medicago*, con sus legumbres helizoidales y *ambógiras*.

En efecto, cuando el crecimiento orgánico ofrece idéntica intensidad en todas las direcciones paralelas al eje ó plano de simetría, el órgano se desarrolla por igual y conserva la dirección rectilínea. Esta es la ley general que preside al crecimiento orgánico en los vegetales. Pero cuando por efecto de circunstancias no siempre fáciles de precisar, aunque muchas veces manifiestas, el crecimiento adquiere mayor intensidad según una generatriz determinada, el órgano se encorva hacia el lado opuesto, con tendencia á describir una espiral, resultando un fenómeno de *nutación*, según el tecnicismo botánico. Tal se observa en las nacientes frondas ensortijadas de los helechos, en algunas fasciaciones notables, según he podido ver en la retama y *Galium maritimum* L., y en varias plantas de tallo colgante, como la *Silene nutans* L., *Euphorbia nutans* Lag. y *Melica nutans* L., así llamadas por lo manifiesto que en ellas aparece tal carácter.

Mas si al propio tiempo que existe una generatriz de mayor crecimiento, ésta, en vez de permanecer fija, gira alrededor del eje de simetría, entonces el órgano describe una hélice en lugar de una espiral y resulta un fenómeno de *circumnutación*, como es de ver en los tallos volubles.

El sentido de la circumnutación es *dextrorso* en unas especies, como en la *Calistegia sepium, Ipomœa purpurea, Phaseolus vulgaris*, etc., y *sinistrorso*

en otras, como en el *Humulus Lupulus, Lonicera Caprifolium, Tammus communis, Polygonum Convolvulus* y otras varias.

Aunque por regla general las especies de un mismo género giran en igual sentido, no es difícil asignar á esta regla importantes excepciones. Así, mientras que la *Dioscorea Batatas* gira á la izquierda, la *D. sativa,* la *villosa* y la *discolor* lo efectúan á la derecha.

Tampoco es raro encontrar especies, como la *Dulcamara*, con indivíduos de tallo dextrógiro y otros de tallo levógiro. Y lo que es más notable todavía, especies hay en que el sentido de la volubilidad cambia en un mismo individuo, como en la *Loasa aurantiaca,* de la América tropical, y en el zarcillo de la *Bryonia dioica,* tan común en los setos del país, donde la hélice cambia hasta ocho veces de sentido.

De lo expuesto se desprende que la nutación y la circumnutación lo mismo se observan en órganos apendiculares que en órganos axiles, y que el sentido de la rotación, lejos de permanecer constante, varía de una manera ostensible.

Por lo mismo nada tendrá de particular que ambos fenómenos aparezcan en la flor y el fruto, toda vez que son de origen foliáceo y caulinar los órganos florales y carpológicos.

Efectivamente, en los pedúnculos axilares de la *Anagallis arvensis*, del *Asterolinum stellatum,* reflexos en la fructificación, y en los de la *Artánita* y *Cacahuete* que, fecundada la flor, se hunden en el suelo para asegurar la diseminación, vense magníficos ejemplos de nutación en el sistema axil de la flor; mientras que los pedúnculos femeninos de la *Vallisneria spiralis*, que vive en el fondo de las aguas, y los de la *Corallorhiza* del Pirineo y de otras orquídeas, los ofrecen de circumnutación de una manera por demás evidente y expresiva.

En cuanto á los órganos apendiculares de la flor, la nutación puede observarse en todos sus verticilos, como en los apéndices calicinales reflexos de la *Campanula media,* en los espolones ganchudos de los pétalos de la *Aguileña* y de la *Fumaria,* en los filamentos estaminales inflexos de la *Parietaria* y de la *Ortiga* y en los carpelos y estilos circinados de las *malvas*. Y la circumnutación aparece manifiesta en el ovario del género *Orchis* y, aunque como efecto de una influencia higrométrica, en la arista terminal de los *Erodiums* y *Geraniums* y en la dorsal ó terminal de las glumelas de la *Avena, Bromus, Stipa* y otras varias gramíneas.

Pero donde alcanza mayor desarrollo la nutación floral es, sin duda alguna, en el fruto de varias especies de *Astragalus*, *Hippocrepis*, *Ornithopus* y *Scorpiurus;* y los de circumnutación, en la legumbre helizoidal de casi todas las numerosas especies del género *Medicago.*

Y puesto que la dirección de la espira en la circumnutación axil y foliar es por demás variable, según queda demostrado, ¿cómo había de ofrecer en la legumbre un carácter tal de estabilidad que pudiera servir de fundamento racional para la determinación específica de aquel rico y difícil género? A pesar de tan palma-

ria contradicción, en todas las obras fitográficas se concedía una importancia capital al sentido en que giraba la legumbre á partir del pedúnculo.

No tardé en tocar las consecuencias de este clásico error al principiar, siete lustros atrás, el estudio de la Flora Vallesana. Perplejo quedaba muchas veces ante una especie al notar que, si bien la descripción le convenía perfectamente, difería, sin embargo, por la dirección de la espira, que el texto señalaba como dextrorsa y era sinistrorsa, ó viceversa. La casualidad vino, al fin, á depararme dos pies de *Medicago tribuloides* Desv., tan manifiestamente iguales, que ya no era posible abrigar la menor duda acerca de su identidad específica, á pesar de la cual la legumbre del uno giraba á la derecha y la del otro á la izquierda.

Por otra parte eché de ver que mientras Gr. y G. consideraban de espira sinistrorsa los *Medicago turbinata*, *truncatula*, *littoralis* y *tribuloides*, Gillet et Magne los incluían entre las especies de espira dextrorsa. Y la verdad es que unos y otros tenían razón ó mejor no la tenía ninguno, puesto que, según después he podido observar, tanto abundan en estas cuatro especies los individuos de legumbre dextrógira como los de legumbre levógira.

En lo que, tal vez, dejaban de estar en lo cierto los expresados autores, con Acloque en su reciente Flora de Francia, es en considerar de espira sinistrorsa el *M. tuberculata* Willd., cuando todos los ejemplares que he visto en el Vallés y en los del litoral que figuran en el herbario de Costa, únicas localidades catalanas en que se cita esta planta, presentan, sin excepción, la hélice dextrorsa.

Salvo las especies anfígiras, Gillet y Magne señalan con bastante exactitud en todas las especies el sentido de la espira, mientras que Gr. et G. lo equivocan en todas, sin otra excepción que las capaces de girar en uno y otro sentido.

Sorprende, verdaderamente, que ni los referidos autores de la Flora francesa, ni el de la Flora de la Península Ibérica, D. Mariano del Amo, ni el insigne Costa, ni tantos otros ilustres botánicos catalanes dejaran de tropezar con aquel manifiesto error que indefectiblemente surge al estudiar el género Medicago. En honor á la verdad no incurrió en él fitógrafo tan distinguido como Willkomm.

En el Boletín de la «Institució Catalana de Historia Natural» correspondiente al mes de noviembre de 1902, al reseñar las plantas más notables de los alrededores de Tarrasa, dí cuenta de la anomalía que hoy reseño más extensamente, haciendo constar la infundada importancia que en las obras descriptivas se le había concedido.

Un año después, el Sr. Rivas Mateos dió á conocer en el Boletín de la «Real Sociedad Española de Historia Natural», correspondiente al mes de noviembre de 1903, un pie de *Medicago littoralis* Rohde, cogido al S. de Montjuich, que *tiene las legumbres dextrorsas, excepto dos frutos que giran á la izquierda.* Y como si eso no fuera bastante para probar mi aserto, poseo otro ejemplar del propio *M. littoralis* Rohde, β *breviseta* DC., subvariedad *dextrorsa* Rouy, cogido en Mataró por mi amigo el ingeniero D. Eugenio Ferrer, que presenta una le-

gumbre con la primera espira sinistrorsa y las siguientes dextrorsas, mediante un cambio brusco de dirección.

Lo expuesto basta para demostrar que si variable es el sentido de la circumnutación en los tallos, no lo es menos en el fruto, como es natural que así sucediera dada la organogenia del mismo; por lo cual he de insistir en la escasa importancia de dicho carácter para la determinación de las especies del género *Medicago,* pues á lo sumo puede servir para establecer subvariedades.

Así lo ha reconocido Rouy en su Flora de Francia, en publicación, cuyo criterio he visto hasta ahora confirmado en las veinte especies catalanas que he podido recoger, las mismas y alguna más que estudió Costa, con ligeras modificaciones y adición de algunas importantes variedades y subvariedades que no acostumbraban apreciar nuestros antiguos botánicos.

De estas veinte especies, solamente el *M. tuberculata* aparece siempre de espira dextrorsa; otras cuatro, las más polimorfas, como los *M. turbinata*, *truncatula*, *tribuloides* y *littoralis* presentan por igual subvariedades dextrorsas y sinistrorsas. Todas las demás, hélas encontrado siempre de legumbre levógira.

Véanse ahora á continuación y como complemento de este sencillo trabajo los *Medicagos* por mí observados en Cataluña, con expresión de las localidades en que han sido citados:

1. *M. lupulina* L.

   Común en suelos arenosos de todo el país, desde el litoral á la región pirenaica. En el Vallés, la subv. *integristipula* Rouy.—May.—Sept.

2. *M. falcata* L.

   Frecuente en márgenes y orillas de los caminos, extendiéndose hasta Vich (Masf.) y por todo el Ampurdán (Vay.); Prats de Molló (Lap.)—Abr.-Jun.

3. *M. sativa* L.

   Cultivada y espontánea.—May.

4. *M. scutellata* All.

   Campos del litoral; Esparraguera y Olesa; Vallés y Pla de Bages, sin internarse mucho (Csta.); Tarrasa, sitios herbosos de la Riera del Palau y viñedos de Vista-Alegre, rara (Cad.); común en los sembrados de Menarguens (Urgel) (Cad.); tierra Baja de Aragón (Losc.-Pard.); campos de Perpiñán (Lap.).—Abr.-May.

5. *M. orbicularis* All.

   Común en tierras cultivadas y sitios herbosos desde la costa á las faldas pirenaicas.—May.-Jun.

6. *M. suffruticosa* Ram.

Desde el llano de Vich (Masf.) á Ribas, Caralps y Nuria (Vay , Cad.); montañas de Mörens, Comabella, Tragurá, Massanet de Cabrenys y montes del Porthús (Vay.); sierra de Benasque, Peña Blanca y Castanesa (Zett.); hacia la Seo de Urgel (Benth.); valle d'Eyne (Lap.)

La β *villosa* Benth. en la Sierra de Cadí (Csta.) y más abundante que el tipo en los altos valles de los Pirineos orientales (Rouy). La var. *glabra* Csta., no sólo en la plana de Vich (Masf.), sino común en los bosques de Ribas (Cad.).—Jun.-Ag.

7. *M. marina* L.

Frecuente en los arenales marítimos, abundando la β *tuberculata* Rouy. —May.-Jul.

8. *M. ciliaris* Willd.

Caminos de las huertas al NO. de Lérida (Cad.); Castelló y Rosas (Vay.); Pirineos orientales (Lap., Masot, Gautier).—May.-Jun.

9 *M. tribuloides* Desv.

Comunísima en la región inferior (Csta.) y en tierras cultivadas y sitios herbosos del Vallés sin escasear en el Pla de Bages (Cad.)

En los alrededores de Tarrasa he visto hasta ahora: la α *vulgaris* Rouy, con las subv. *dextrorsa* y *sinistrorsa* del propio autor, y además una forma *longiseta* de la segunda en la Riera de las Arenas; y la γ *rectiuscula* Rouy, subv. *dextrorsa* del mismo, que establece el tránsito á la especie siguiente.—May.-Jun.

10. *M. tentaculata* Willd. forma de la anterior según Rouy.—*M. truncatula* Gaertn., con las subv. *dextrorsa* et *sinistrorsa* Rouy. Cordillera del litoral; Tarrasa, común en la Riera del Palau y en otros sitios áridos, extendiéndose al Pla de Bages.—May.-Jun.

N. B. Esta es la planta que se consignó como *M. Murex* Willd. en la Flora del Vallés, con cuya denominación y procedente de la propia localidad también la había dado Costa, según he visto después en su herbario.

11. *M. Gerardi* Willd.—*M. rigidula* Desr.

Común en márgenes, campos y sitios herbosos de Tarrasa (Cad.); hacia Prats de Rey (Puigg.); Caldas de Montbuy (Colm.); Figueras y Castelló (Vay.)—May.-Jun.

N. B. En Tarrasa abunda la β *Morisiana* Jord.

12. *M. depressa* Jord.—*M. rigidula* Desv., subsp. *agrestis* Ten.

No citado, que yo sepa, por ningún botánico español, ha sido señalado por Rouy, como raro, en la región mediterránea, desde Niza á Colliure y se halla en los alrededores de Tarrasa, en Mollet y Montalegre, y sin duda en otras localidades. Mezclado con el anterior, habráse confundido con él, por más que al punto se distingue por sus grandes *legumbres subdiscoidales, más anchas que altas, de menor número de espiras, con las bases casi planas y el borde dorsal ligeramente asurcado.*—May.-Jun.

13. *M. turbinata* Willd.—*M. muricata* Benth.

En Gracia (Salv.); llanos de Barcelona y del Llobregat (Costa); común en campos, márgenes y parajes herbosos de Tarrasa y Olesa, con la α *inermis* Aschers, subv. *dextrorsa* et *sinistrorsa* Rouy, y la β *breviseta* Rouy, subv. *dextrorsa* et *sinistrorsa* del propio autor.—Abr.-Jun.

N. B. Obsérvanse todos los tránsitos desde las legumbres inermes (*M. elegans* Pourr.) á las provistas de recios aguijones (*M. muricata* Benth.), no siendo raro encontrar las dos formas en un mismo pie, lo que prueba no solamente la sin razón de las dos antiguas especies, si que también la escasa consistencia de las actuales variedades.

14. *M. littoralis* Rohde.

Común en el litoral, desde Castelldefels al Cabo de Creus (Csta.), con la α *longiseta* DC., subv. *sinistrorsa* Rouy, en Mataró, y *dextrorsa* Rouy, Villanueva y Geltrú (Galcerán); y la β *breviseta* DC., subv. *dextrorsa* Rouy, en Mataró (Ferrer).

15. *M. tuberculata* Willd.

Castelldefels (Comp.); llano de Barcelona y montes vecinos (Csta.); Tarrasa, sitios herbosos de la Font del Jan Xich y otros, rara (Cad.); Pirineos orientales, Pla de las Forcas (Gautier).—May.

N. B. La planta del Vallés y la del litoral es la α *vulgaris* Moris, subv. *dextrorsa* Rouy.

16. *M. maculata* Willd.—*M. arabica* All.

Sitios herbosos del llano de Barcelona y montes próximos (Csta.); común en el Vallés la α *vulgaris* Rouy (Cad.); Vich, rara (Masf.); Santa Coloma de Farnés, Sagaró (Vay.).—Abr.-Jun.

17. *M. polycarpa* Willd.—*M. hispida* Gærtner, subespecie *polymorpha* Willd.

Común en los campos del litoral y del interior (Csta.); Vich (Mast.); Roda (Vay.); Urgel (Cad.); frecuente en Tarrasa con las variedades β *apiculata* Gr. et G.; γ *oligocarpa* Rouy?; y ε *gracillima* Tin.—Abr.-Jun.

18. *M. lappacea* Lamk.—*M. hispida* Gærtn., subesp. *lappacea* Desr.

Campos del llano de Barcelona y Llobregat (Csta.); Vich (Masf.); común en tierras labrantías y sitios herbosos de Tarrasa y Pla de Bages, en cuya primera localidad se halla la forma *pentacycla* DC., con la α *longiaculeata* Rouy y β *breviaculeata* del propio autor.—Abr.-Jun.

19 *M. præcox* DC.

Playas de Cadaqués (Tremp.) y de Mataró (Ferr.).—Marz.-May.

20. *M. minima* Grufberg.

Comunísima en terrenos incultos desde la costa al Pirineo. En el Vallés la α *vulgaris* Urb., subv. *canescens* Ser. et *pubesceus* Webb. (S. Llorens del Munt) y la β *longiseta* DC.—Abr.-Jun.

Sin duda se descubrirán aún en Cataluña otras formas y variedades, ya por existir todavía muchas regiones por explorar, ya por tratarse de especies marcadamente polimorfas. Sólo multiplicando y extendiendo las observaciones, podrá formarse la monografía completa de los *Medicagos* catalanes. A conseguirlo, seguiré dedicando mi preferente atención en las excursiones que acostumbro efectuar todos los años.

Tarrasa 19 de mayo de 1905.

NOTAS FITOGRÁFICAS

por el Académico numerario

Dr. D. Juan Cadevall y Diars

Sesión del 19 de mayo de 1905

Difícil es descubrir plantas nuevas en la mitad oriental de Cataluña, por haber sido recorrida por los más eminentes botánicos. Sin embargo, muéstrase la Naturaleza tan exuberante y generosa, que raramente deja de corresponder con creces á sus entusiastas cultivadores. Sólo así se explica que, además de la existencia de importantísimas formas en que apenas fijaban su atención los antiguos fitógrafos, se encuentren interesantes especies en puntos minuciosamente explorados.

Lejos estaría Costa, por ejemplo, de sospechar, al coger por vez primera el *Carex silvatica* Huds en Montalegre, que á pocos metros de distancia se encontraran sus congéneres el *C. Linkii* Schk., nuevo para Cataluña y el *C. Olbiensis* Jord., nuevo para España, cuyas especies algunos años después tuve la fortuna

Juniperus Mariana Cad. sp. nova.

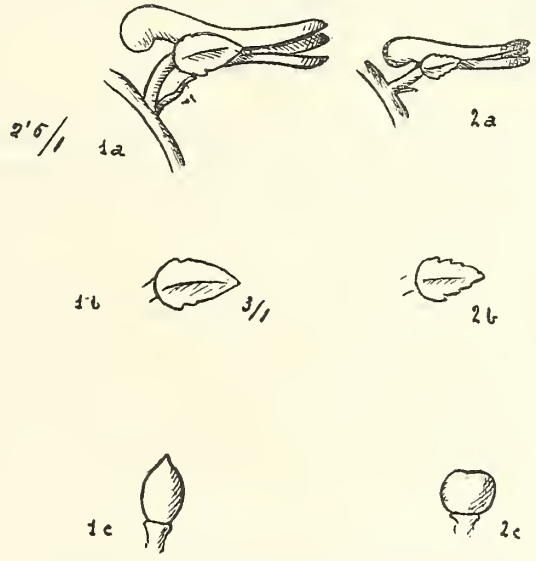
de hallar en aquel mismo sitio. Y menos podía yo imaginar que en un bosque próximo á Tarrasa, que había recorrido muchísimas veces, pudiera un día descubrir la *Silene viridiflora* L. (non auct. hisp.) igualmente nueva para la Península Ibérica. A esta lista, ya un tanto extensa, de plantas raras, deben añadirse las que á continuación se expresan formando el objeto de esta nota.

Juniperus Mariana Cad. (J. phœnicea × communis) sp. nov.

Characteribus progenitorum dissociatis, sicut inter hybridas frequenter occurrit; facie præstanti primæ illarum specierum, sed ramis foliisque laxatioribus; ramorum foliis inferiorum vel basis, et non raro apicis et intermedii ramulorum *J. communi* respondentibus; aliquando vero ex eadem stirpe ramis *phœniceæ* et ramis *communis* mixtim germinantibus. Quandoque floribus paucis maribus abortis apice ramulorum *J. phœniceæ,* vix in ramis *J. communis:* fructibus nullis.

In nemorosis Montisserrati, ubi *J. phœnicea*, *communis* et *Oxycedrus* crescunt, passim legit P. Adeodatus F. Marcet O. S. B. Ego augustissimo Deiparæ Mariæ Nomini libenter dicavi.

No cabe confundir esta planta con la forma accidental del *J. phœnicea* y del *J. Sabina*, que alguna vez presentan «en las ramas jóvenes hojas más largas, semiabiertas y frecuentemente aguzadas,» que recuerdan la forma de las hojas en los enebros de la sección *Oxycedrus* Spach, según Gr. et G.; porque en nuestra



1a. Flor de la *Fumaria calcarata* Cad. Sp. nov.
1b. Sépalo id. id.
1c. Fruto id. id.
2a, b, c, sépalo y fruto de la *F. officinalis*, L.

planta las hojas *espinescentes* se encuentran también en ramas viejas y por su disposición y figura, más que recordar las de la referida sección, son esencialmente iguales á las del *J. communis*. Además, la esterilidad que constantemente ofrece acusa igualmente su naturaleza híbrida.

Tampoco puede confundirse con el *J. Kanitzii* Csdó — *sabinoides* × *communis* — *J. communis* × *Sabina* Asch. et Grebner, descubierto ha pocos años, por

cuanto las hojas dominantes en la planta de Montserrat corresponden manifiestamente al *J. phœnicea* y no al *Sabina*, á más de que nadie ha visto hasta ahora en dicho monte esta última especie, que tengo á la vista, cogida en Cerdaña por Vayreda, único botánico que la ha encontrado con certeza en Cataluña.

Examinados detenidamente multitud de pies de *J. phœnicea* que, entre otros de *J. communis* y de *J. Oxycedrus*, viven en los bosques del Ubach y Montcau, á pocos kilómetros de Montserrat, y en condiciones análogas, en ninguno me ha sido dable encontrar el menor vestigio de aquella mezcla de caracteres que distingue la planta montserratina.

Fumaria calcarata Cad. sp. nov.

Sepalis corolla triplo-quadruplo brevioribus eaque paululo angustioribus, ovato lanceolatis, integris vel basi denticulatis pedicello latioribus; bractea pedicello *aequale* vel eo superante; calcareo elongato vix dimidia corolla breviore. Siliculis globosis, apiculatis, rugosis, racemis fructiferis laxis, pedicellis erecto-patentibus, foliis bipinnati-partitis, segmentis planis, linearibus, mucronatis. Floret vere.

Planta glaucescente, ramosa desde la base. Tallo de 6 á 15 centímetros, derecho ó ascendente.

Porte de la *F. officinalis* L., de la que difiere por los segmentos foliares más estrechos, por sus *sépalos dos veces mayores* y menos dentados, por sus flores más grandes, *espolón dos veces más largo* y por sus *silículas más largas que anchas y más ó menos apiculadas.*

La forma de la silícula aproxímala á la *F. micrantha* Lag., de la que, empero, se distingue al punto por sus racimos más flojos, flores mayores, bráctea más estrecha y *sépalos ovalo-lanceolados* en vez de ser *ovalo-orbiculares.*

No puede corresponder á ninguna de las formas de la *F. muralis* Sond., pues difiere de ella por los *sépalos poco más estrechos* que el tubo de la corola, *nunca más anchos*; por la bráctea de igual ó mayor longitud que el pedicelo, por los *tallos y peciolos nada trepadores ni volubles*, y por la *carencia de fositas* en el ápice del fruto.

Tampoco puede ser un híbrido, por contener los frutos semillas bien formadas; á más de que no parece que pudieran ser sus progenitores la *F. officinalis* L., y la *F. parviflora* Lamk., únicas que cerca de ella se encontraban.

Habitat.—Viñedos silúricos ó pizarrosos inmediatos á la Puda de Montserrat, al pie de la carretera de Olesa, 2 de mayo de 1905.

Fumaria muralis Sond.?

A esta especie, no citada en Cataluña, creo debe referirse una Fumaria que cogi en el terraplén de la vía férrea de Francia, entre Montcada y Mollet, el 17 de mayo del presente año. Tiene marcada afinidad con la *F. officinalis* L. y la *F. agraria* Lag. Sus flores se parecen á las de la primera, pero son mayores:

sépalos ovalo-lanceolados, denticulados, más angostos que la corola é iguales á $\frac{1}{4}$ ó $\frac{1}{5}$ de su longitud: bráctea de igual anchura que el pedicelo, muy corta, de $\frac{1}{5}$ á $\frac{1}{3}$ de su longitud; pedicelos erectos y engrosados en el ápice. Silículas más altas que anchas, subapiculadas, con dos fositas en el ápice. Planta de unos 2 dm., de color verde claro, ramosa desde la base, difusa, con las hojas 2-3 pinnati-cortadas, más ó menos arrolladas en zarcillo, con los segmentos muy anchos.

La menor anchura de los sépalos (también algún autor afirma que en la *F. Muralis* son más angostos que la corola) parece ser el único carácter que la separa de la referida especie, en cuya forma *F. confusa*, Jord. deberá, en todo caso, incluirse.

Fumaria parviflora Lamk., subsp. *microsepala* Cad.

Afirma Costa en su *Catálogo* razonado de plantas observadas en Cataluña, que en el litoral y en el centro la *Fumaria Vaillantii* Lois. es más común que la *F. parviflora* Lamk., y á veces exclusiva. Pero en las notas publicadas en los *Anales* de la Sociedad Española de Historia Natural (Tom. 2.°, cuad. 1.°, pág. 32), cree «existir en la parte oriental de España una estirpe que merece estudiarse y decidir si constituye una especie propia ó un lazo de unión entre la *F. Vaillantii* y la *parviflora*.»

De esto y de lo que añadió en el *Suplemento* del referido Catálogo, infiérese que, procediendo Costa con aquella circunspección y seriedad que le caracterizaban, no se atrevió á resolver la cuestión sin que mediaran otros y más detenidos estudios.

Como ignoro si éstos se han efectuado, expondré mi humilde parecer como consecuencia de reiteradas observaciones que sobre el particular he hecho.

Hasta ahora he buscado en vano en el Vallés, Pla de Bages, Urgel y parte del litoral la *F. Vaillantii*, pues los numerosos ejemplares por mí reconocidos pertenecen, sin ningún género de duda, á la *F. parviflora*, ya representada por el tipo, ya por la β *umbrosa* Hausskn. ó *F. leucantha* Viv. Lo mismo puede decirse de los varios ejemplares que figuran en el herbario de Costa, en cuanto lo permite apreciar el estado de la planta. Sólo unos ejemplares cogidos en el litoral de Barcelona parecen corresponder á la *F. Vaillantii*, y uno remitido por Barrera desde Teyá podría ser la subsp. *Schleicheri* Soy.—Vill.

Pero la planta del Vallés y Pla de Bages y de la parte de Urgel y litoral por mí observada, difiere de la *F. parviflora* Lamk., descrita en todas las obras fitográficas, por las brácteas de *igual ó mayor longitud* que los pedicelos, y sobre todo por sus sépalos *ovales* ó *subcordiformes*, dentellados, de igual ó menor anchura que los pedicelos, mucho más estrechos que la corola y tan diminutos, que apenas alcanzan medio milímetro de longitud, es decir, la *décima* ó *duodécima* parte de la que tiene la corola. La magnitud relativa de los sépalos, no la forma, es, á mi modo de ver, el único carácter que la aproxima á la *F. Vaillantii* Lois.

Creo, pues, que se trata de una simple modificación de la *F.parviflora* Lamk., que, por afectar al tipo y á la variedad, podría constituir una *forma* (empleando esta palabra en el sentido en que la usa Rouy) ó subespecie, para la cual propongo la denominación de *microsepala*.

Medicago depressa Jord.—*M. rigidula* Desr., subsp. *agrestis* Ten.

Al estudiar los *Medicagos* catalanes, encontréme con una planta cuya facies era de *M. Gerardi* Willd.—*M. rigidula* Desr., pero de la cual se distinguía á primera vista por sus grandes *legumbres subdiscoidales, más anchas que altas, de menor número de espiras, con las bases casi planas y el borde dorsal asurcado.*

Ningún botánico español menciona, que yo sepa, esta planta, señalada por Rouy como rara en la región mediterránea, desde Niza á Colliure, pero que se halla con alguna frecuencia en los alrededores de Tarrasa, en Mollet y Montalegre, y sin duda en otras partes, mezclada con el *M. Gerardi,* con el cual puede confundirse, sobre todo cuando éste tiene aun las legumbres poco desarrolladas.

Sin duda se ha cometido con estas plantas la misma confusión que la efectuada con los Medicagos *tribuloides* Desr. y *tentaculata* Willd., los cuales, á pesar de sus manifiestas diferencias, tampoco distinguieron los botánicos catalanes.

Tarrasa 19 de mayo de 1905.

PRESENTED
2 OCT. 1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 13

OBSERVACIONES

SOBRE EL ORDEN DE LOS NEURÓPTEROS

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

R. P. LONGINOS NAVÁS, S. J.

Publicada en septiembre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 13

OBSERVACIONES

SOBRE EL ORDEN DE LOS NEURÓPTEROS

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

R. P. LONGINOS NAVÁS, S. J.

x n.s.f.

Publicada en septiembre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

OBSERVACIONES SOBRE EL ORDEN DE LOS NEURÓPTEROS

por el Académico correspondiente

R. P. Longinos Navás, S. J.

Sesión del 30 de junio de 1905

I.—Preliminares

Voy á entrar, sin duda con excesiva audacia, en un estudio que requeriria fuerzas muy superiores á las mías. Ha sido y es tratado actualmente por personas célebres en el campo de la entomología, con cuyos méritos de ningún modo pueden los míos compararse.

Desde que Linneo con breve característica circunscribió el orden de los Neurópteros, es increible cuán peloteado ha sido (si cabe la expresión) este orden por los diversos entomólogos que han sucedido al gran naturalista hasta nuestros días, ni es de creer que hayan terminado ya sus vicisitudes, ni se haya fijado suficientemente y de un modo absoluto su extensión y significado. Unos autores restringieron el orden, otros lo desmembraron, éstos trasladaron una sección ó secciones de él á otros órdenes, aquéllos emanciparon algún grupo para constituir con él orden ú órdenes independientes; ni han faltado quienes hayan asociado géneros ó secciones de los neurópteros lineanos á otros de carácter muy distinto en la mente del naturalista sueco.

Este orden así traído y llevado ha sido el campo obligado de discusión de los naturalistas entomólogos, ya fuesen de los llamados sistemáticos, ya de los que se apellidan filósofos: de los primeros para dilatarlo, comprimirlo, dividirlo, dilacerarlo á su placer; de los segundos para edificar sobre él y con los datos que suministraban sus diversísimos individuos, las hipótesis más variadas, las llamadas historias de la evolución mejor ideadas y armonizadas.

Mas por esto mismo que es tan incierto cuanto de los Neurópteros se ha dicho y que existe tanta divergencia de pareceres en cuantos autores de ellos han escrito, habrá algún lugar á que yo escriba mis apreciaciones personales, siquiera sean del último de los Neuropterólogos, no tanto en orden de tiempo como de mérito.

Y como desconfío de mi autoridad que es nula en la materia, procuraré razonar mis afirmaciones y apoyarlas, al menos con brevedad, para no ser tan molesto á mis lectores, dejando á su discreción el juicio de cuanto aquí se exponga.

Ni es tampoco mi intento dar una idea cabal del orden de los Neurópteros, presentando una monografía taxonómica ó biológica de este grupo interesantísimo de insectos, sino más bien, como el título de mi trabajo indica, algunas consi-

deraciones que acaso aporten nueva luz á la materia y den pie á otros ingenios más aventajados ó que dispongan de más tiempo y medios que los míos, á estudios más completos y profundos.

Tampoco seguiré un orden rigurosamente científico en mi exposición; pero para tener alguno me ha parecido conveniente ante todo fijar la importancia de los caracteres que se han de tener en cuenta al constituir un orden de Insectos, para pasar luego á establecer el de los Neurópteros y relacionarlo finalmente con los demás órdenes de Insectos, presentando un cuadro de la división en órdenes de de esta clase de Artrópodos.

Si la Real Academia de Ciencias y Artes de Artes de Barcelona se digna admitir este modesto escrito, habrá añadido un nuevo título á mi gratitud al que adquirió honrándome excesivamente al nombrarme su académico correspondiente. Por mi parte sirva esta humilde ofrenda como exiguo testimonio de mi profundo reconocimiento á la bondad con que se sirvió asociarme á tan benemérito y respetable Cuerpo científico.

II.—Caracteres de menor importancia para la constitución de un orden de Insectos

Sabido es que interviene gran multitud de caracteres en la constitución de cualquier grupo taxonómico. Para que éste resulte bien definido es menester reunir muchos, los más posibles de los caracteres que se ofrecen. Cuantos más se reunan podrá resultar tanto más natural el grupo, que es el bello ideal de toda clasificación, esto es, acercarse lo más posible á la formación de un grupo *natural*.

Pero más que el número de caracteres hay que tener en cuenta su *importancia*. De donde resulta la subordinación de unos á otros y cierta especie de *jerarquía* en la dignidad de los caracteres escogidos. El mérito y la habilidad del naturalista sistemático estará en saber acertar en el valor de los caracteres taxonómicos, dando á cada cual el que realmente le corresponde.

En este punto hay tanta diversidad de criterios que es maravilla que dos autores coincidan en la apreciación de la importancia que debe darse á varios caracteres. Teniendo en cuenta este particular he creído me sería lícito manifiestar algunos de mis conceptos y apreciaciones en lo que á Neurópteros se refiere y en general á cualquier orden de Insectos que deba constituirse y definirse.

En dos grandes divisiones podemos agrupar los caracteres. Los unos son *organográficos* ó *anatómicos*, los otros *biológicos*, funcionales ó *fisiológicos*. Añadamos una serie nueva que en estos últimos tiempos ha adquirido excepcional importancia: los *embriogénicos*.

¿A cuál de ellos debe darse la preferencia en una clasificación metódica? La respuesta es clara á nuestro parecer.

En una clasificación de Insectos, los caracteres funcionales, así como también los embriogénicos, son de mucha menor importancia que los anatómicos.

Aunque no se tenga en cuenta sino lo obvia, sencilla y fácil que debe ser una agrupación, salta á la vista que los caracteres funcionales ó biológicos han de tener poca importancia. Precisa que toda clasificación tenga aplicación sencilla y fácil á los insectos muertos, que es como están en las colecciones. Fuera de que el conjunto de caracteres organográficos importa de ordinario un determinado complexo de funciones.

Bien puede darse una clasificación científica fundada en la embriogenia, más científica, si se quiere, que otra puramente orgánica, pero resultará poco práctica y por consiguiente incapaz de imponerse así á los sabios como á los aficionados y principiantes y de admitirse tanto en los libros como en las colecciones.

Mas ahora andamos en busca de una agrupación no sólo científica, más tambien práctica, que universalmente se imponga.

Esto supuesto, averigüemos qué órganos deberán considerarse de inferior categoría al tratar de constituir un orden de Insectos.

1.° *Las alas.*—Tanta importancia concedió Linneo á este órgano, que en él fundó su tan conocida clasificación de los Insectos en siete clásicos órdenes: *Neurópteros, Dípteros, Hemípteros, Lepidópteros, Coleópteros, Himenópteros* y *Ápteros*, denominaciones que duran hasta el día de hoy en su mayor parte como calificativos de otros tantos órdenes.

Mas bien pronto se observó que este carácter no era decisivo, hasta el punto de que el orden Ápteros resultaba sumamente artificial, por cuanto muchos insectos ápteros se encontraron dotados de analogías tan marcadas con otros de afiliación indubitable á determinado orden, que vino á disolverse y desaparecer totalmente el llamado orden de los Ápteros, y las especies que en él se comprendían fueron distribuídas entre diversos órdenes. (1)

Luego si cualquier orden de Insectos puede tener especies ó al menos sexos ó formas ápteras, no puede tomarse la presencia de alas ó su carencia como carácter primordial para constituir un orden.

Mucho menos la complicación ó construcción orgánica de las alas podrá dar una norma fija. Dentro de un orden indubitable, como los Ortopteros y aun dentro de una familia de ellos como los Locústidos, se hallan modos muy diversos de organizarse el ala: ya se hallan alas y élitros muy desarrollados *(Phaneroptera)*, ya las alas nulas y los élitros breves, coriáceos *(Ephippiger)*. Cosa análoga veríamos en muchos otros grupos.

Sin embargo, como la construcción de las alas es tan característica en muchos insectos y no conviene mudar denominaciones antiguas, aunque originariamente sean poco exactas, prudente será retener los nombres de Coleópteros,

---

(1) Véase Riley. Directions for collecting and preserving Insects, p. 8. Washington, 1892.

Himenópteros, Lepidópteros, etc., etc., con que se designan órdenes bien definidos, tomando la denominación de la estructura y conformación de las alas.

2.° *Las patas.*—Si hubiéramos de insistir mucho en los caracteres que nos ofrece este órgano habríamos de llegar forzosamente á dos errores manifiestos en taxonomía:

1.° *Una división desmedida de órdenes.* El número de patas nos pareciera de una importancia excepcional. Pues bien; aunque los más de los insectos nos ofrecen seis patas típicas torácicas, otros presentan además tres pares de patitas abdominales, otros más, con lo cual separaríamos en órdenes distintos insectos por lo demás sumamente afines *(Campódidos, Lepismidos, Maquílidos).*

2.° *Agrupaciones sumamente artificiales.* Parando mientes en la forma de las patas, fácilmente constituiríamos en orden los insectos que tienen prensoras las delanteras, colocando en vecinos grupos seres que se ponen con razón en órdenes diversos, v. gr., *Mantis* (Ortópteros), *Mantispa* (Neurópteros), *Cerascopus* (Hemípteros), etc.

3.° *Las antenas.* Son tan varias, tan diversas aun dentro de grupos muy reducidos las formas que ofrecen las antenas, que es imposible fijar mucho la atención en ellas como carácter taxonómico sin exponerse á reunir ó acercar tipos diversísimos, ó bien á alejar considerablemente los que debieran estar unidos, atendiendo al conjunto de todas sus afinidades.

4.° *Los apéndices genitales.* Fuera de que en muchas ocasiones son poco visibles, lo cual los hace poco idóneos para fundar en ellos grandes divisiones taxonómicas y por otra parte diversísimos, con lo que se complica la clasificación; no pocas veces son análogos en grupos por lo demás bastante diversos. De donde fácilmente se infiere que podrán ofrecer un precioso recurso para la distinción específica, mas esto no nos autoriza para fundar exclusivamente en ellos divisiones de mayor extensión, como son los órdenes y aun á veces las familias.

Resta que hablemos de la importancia de otro carácter al que se ha atribuído grandísima para distinguir un orden de otro, y es la *metamorfosis.* Mas por ser punto que exige mayor discusión merece párrafo aparte.

III.—La metamorfosis de los Insectos

Su valor taxonómico es exiguo

Es tal la importancia que se ha dado á la metamorfosis de los insectos, que ella sola ha sido suficiente para separar unos de otros en lo demás muy afines, y colocarlos en órdenes distintos. Más aún: es corriente en muchos autores dividir inmediatamente la gran clase de los Insectos en dos secciones, según sea su metamorfosis incompleta ó completa, ó, según quieren llamarla otros, sencilla ó

complicada, (1) de donde la denominación de insectos *ametábolos, hemimetábolos* y *holometábolos*.

Creemos que se ha exagerado mucho la importancia de este carácter y nunca hemos podido ver la consecuencia consigo mismos de aquellos autores que por un lado dan poca importancia á algunos fenómenos vitales tan transcendentales al menos como la metamorfosis y por otra insisten en ésta principalmente al tratar de la división de los insectos. Por lo que hemos creído conveniente apuntar algunas razones que desvirtúan, á nuestro parecer, la importancia que se ha dado á la metamorfosis y que en nuestro concepto reducen su valor taxonómico á un grado exiguo.

1.° Primeramente téngase en cuenta que la metamorfosis es carácter fisiológico más bien que anatómico. Porque si bien trae consigo la presencia de distintos órganos en diversas fases de vida, eso mismo pudiera decirse de otras funciones, v. gr., de las respiratorias. La metamorfosis de algunos batracios trae consigo la presencia ó ausencia de cola, de branquias, de pulmones. Harto más importantes parecen estas metamorfosis que las que sufren los insectos, al menos que las incompletas ó sencillas de éstos. Más aún: en las completas, obsérvase durante el periodo ninfal la *histiolisis*, ó sea la disolución de los tejidos existentes para la fabricación *de toutes pièces*, como dicen los franceses, de otros nuevos Lo mismo ni más ni menos se observa en los renacuajos, pues por fagocitosis van perdiendo la cola y las branquias, y se forman íntegramente los pulmones, con la única diferencia de que esto se verifica sin someterse al letargo ninfal, lo cual ya se ve que importa muy poco para la substancia del fenómeno, que es el mismo.

2.° ¿A qué se se deben las metamorfosis de los insectos? Como *fin* á la adaptación del individuo á los diversos medios de subsistencia durante las diferentes fases de la vida, que exige abundante alimento y vida sedentaria durante la primera fase de ella, ligereza de movimiento, vuelo con frecuencia, para atender á la propagación de la especie en la última fase ó de *imago*. (2)

---

(1) Bolívar y Calderón. Nuevos elementos de Historia Natural. Zoología, p. 222. Madrid, 1900.

(2) Durante varios años he tenido dificultad en admitir esta palabra para expresar la última fase de la vida de los insectos. Las otras dos se expresan comúnmente con los nombres de *larva* la primera, *ninfa* ó *crisálida* la segunda, las cuales dos últimas voces no son enteramente sinónimas, puesto que con el nombre de ninfa designan algunos autores la segunda fase en las metamorfosis incompletas y con el de crisálida la que va acompañada del sueño letárgico. El tercer estadío de la vida de los insectos apenas se designa con nombre propio y único en España, llamándose con frecuencia *estado perfecto, insecto perfecto, adulto*, etc Es corriente en el extranjero llamar á este período *imago*, con voz netamente latina. Acaso los autoree españoles emplean menos esta palabra por la dificultad que pueda ofrecer su adjetivo, al decir, v. gr., el estado *imaginario* de los insectos, lo cual parece significación absurda.

Por este motivo y por tener atención á la índole de nuestra lengua siempre me ha halagado la idea de substituir esta voz *imago* por otra que expresase lo mismo y no tuviese sus inconvenientes. Ocurrióseme como la mejor la palabra *crita*, tomándola del sanscrito *Krita* que significa *perfecto*, hecho, acabado. De este modo tenemos una voz latina, *larva*, para designar el primer estadío, otra griega *ninfa* ó *crisálida* para el segundo y la tercera sanscrita *crita* para denominar el tercero más perfecto. De admitirse esta palabra diremos para los adjetivos estado *larvar*, *ninfal* y *crital*, sin dificultad ninguna.

Como *medio* débese la metamorfosis á la formación de la quitina. Esta hace que los órganos tegumentarios se endurezcan, con lo cual se hace imposible el ulterior crecimiento sin que intervenga la muda. (1)

3.° ¿Qué es el estado de ninfa? Considérase la ninfa, dice Perrier (2), como un linaje de huevo complejo de segunda especie: los discos imaginales de la ninfa hacen las veces de la vesícula germinativa en el huevo. Es un estado supletorio de un huevo escaso en vitelo, como lo es igualmente el estado de larva. Cuando el huevo es abundante en deutolecito, como sucede en las aves, el animal nace del huevo en su estado imaginal ó perfecto; mas cuando es escaso, el animal se halla obligado á buscarse el alimento y pasa en el exterior del huevo por el estado de larva que debiera recorrer en el huevo. Como se ve, estos tres estadíos no son más que diversas fases de la vida por la que pasan todos los animales en una forma ú otra. Su diferente modo de realizarse no parece de tanta importancia que pueda dar fundamento para la constitución de un orden.

4.° Dice el Sr. Bolívar, autor por otro lado partidario de la importancia taxonómica de las metamorfosis: «Como prueba de que la causa indicada (escasez de deutolecito en el huevo) es la principal si no la única del fenómeno de que hablamos, y de que la existencia ó carencia de metamorfosis no implica diferencias esenciales entre los animales, podrían citarse especies que, como el cangrejo de río, tienen ya al nacer la forma definitiva, mientras que animales tan próximos á aquél, como el cangrejo de mar y la langosta, ofrecen metamorfosis verdaderamente extraordinarias.» (3). Ejemplos maravillosamente escogidos y que hacen muy bien á mi propósito. Pues me permito discurrir así: Ya que la existencia ó carencia de metamorfosis no implica diferencias esenciales entre los animales, mucho menos ha de implicar diferencias de familia ú orden. Si entre los crustáceos la existencia ó carencia de metamorfosis, aunque sean «verdaderamente extraordinarias» no importa para que dos cangrejos, el de mar y el de río, deban colocarse en el mismo orden (Decápodos), en el mismo suborden (Macruros) y aun en la misma familia (Astácidos), ¿por qué han de regirse por otras leyes los insectos? Bien podrán colocarse en el mismo orden y hasta en la misma familia, si es menester, especies que difieran, no en la presencia ó ausencia de metamorfosis, sino en poseerla más ó menos complicada. Bastará para ello que los caracteres morfológicos del imago sean en todo análogos, como sucede en los cangrejos arri-

---

Mas como no me siento con autoridad alguna para imponer nombre nuevo, he usado el antiguo *imago*, haciendo nombre español masculino, de la misma manera que decimos el *fárrago* (del latín femenino *farrago*), *tráfago*, etc., etc.

Y aun este nombre, si no se admite el de *crita*, debiera extenderse al estadio último de otros seres metamórficos, aunque no sean insectos. Por lo cual diremos bien de la rana ó sapo: larva ó renacuajo, ninfa é imago.

Para el adjetivo diráse *imaginal*, por la misma hechura que larvar y ninfal.

(1) Véase Rémy Perrier. Éléments d' Anatomie comparée, p. 314. Paris, 1893.

(2) Ibid. p. 320.

(3) Bolívar y Calderón. Nuevos elementos de Historia Natural. Zoología, p. 73

ba mencionados y en la langosta de mar, que se incluye en familia vecina (Lorigodos) del mismo orden y suborden.

5.° Admitido que los períodos larvar y ninfal no son sino complementos del huevo, no les podemos dar más importancia que daríamos al distinto modo de reproducción ovípara ó vivípara de los seres. Sabemos que la reproducción vivípara va acompañada ordinariamente de una perfección orgánica excepcional, propia de los animales superiores que constituyen por sí solos toda una clase, la más perfecta de todas. Sin embargo, esa misma reproducción se observa por excepción en muchas especies de animales inferiores esparcidas por diferentes órdenes y clases. ¿Será lógico incluir entre los mamíferos, ni siquiera como clase ú orden anexo, las especies vivíparas de otros animales, peces, moluscos, crustáceos, etc.? Nada más absurdo. O bien porque la *Sarcophaga*, por ejemplo, es vivípara, será lícito crear para ella y otros Dípteros semejantes un orden distinto y propio, de Insectos vivíparos? No hay entomólogo que se resigne á admitir semejante idea. Y sin embargo eso mismo se hace cuando por causa de la metamorfosis se pretende separar unas especies y órdenes de otros.

6.° No es de escasa importancia la partenogénesis y me atreveré á decir que la tiene mayor que la metamorfosis, por relacionarse más íntimamente con la conservación de la especie y la evolución del individuo á partir del huevo. No por esto se ha tenido en cuenta en la taxonomía. Y con razón, porque habiéndose observado en seres diversísimos, no era razón que se le atribuyese importancia considerable.

IV.—Caracteres importantes para la formación de un orden de Insectos

Con lo dicho anteriormente podemos avanzar un paso más é investigar cuáles serán los caracteres más importantes en que principalmente convenga estribar al tratar de distinguir un orden de Insectos de los demás de la clase.

Dado que los caracteres orgánicos son los preferibles y ellos han sido la norma que ha servido á todos los naturalistas en la constitución de divisiones taxonómicas, ocurren en primer lugar:

1.° *El aparato locomotor.*—Es de bastante interés si no nos fijamos en una parte de él, sino en su conjunto, en cuanto comprende alas y patas. En realidad las alas ú órganos del vuelo tienen una hechura y organismo especial muy parecida entre insectos que convienen asimismo en multitud de otros caracteres, por lo que empleado con discreción, puede ser un buen auxiliar taxonómico. Y por ser órgano muy visible y variado y rico en caracteres, con razón ha atraído la atención de todos los naturalistas, y será muy idóneo para denominar por él á todo un orden, siquiera la denominación no sea de exactitud rigurosa, como forzosamente habrá de suceder.

Cosa análoga ocurre, si bien en muy inferior grado, en cuanto á las patas,

sobre todo las del primero y las del tercer par, pues las intermedias se prestan menos á modificaciones.

En las mismas patas la presencia de las abdominales es de un valor grandísimo y decisivo para algunos autores.

El número de artejos de los tarsos y su forma es un carácter de bastante aprecio, si bien no tanto como algunos han pretendido elevándolo á la categoría de los que son dignos de constituir orden. Por lo menos, servirá en algunos casos para definir órdenes y aun familias.

2.° *El aparato bucal.*—No puede negarse que sea de importancia y suma, reuniendo la ventaja de importar analogías ó modificaciones en todo el sistema digestivo, biología, etc. Sin embargo, exagerado el valor de este caracter hasta el punto de que él solo haya de decidir la constitución de un orden, nos veremos acaso en la precisión de acortar el número de órdenes, reuniendo al menos los Lepidópteros con los Hemípteros y Dípteros, por tener todos ellos aparato chupador. Y aun vendremos á constituir tres órdenes de la numerosísima clase de Insectos, conviene saber: *Chupadores*, *Lamedores* y *Mascadores*, cuyo inconveniente aparece al punto si se tiene en cuenta que los Insectos forman más de la mitad de los animales conocidos. De donde para esta sección estableceríamos tres órdenes, y decenas ó centenares para los restantes animales.

Por el contrario, tal vez insistiendo en el mismo carácter habríamos de dividirlos desmesuradamente, subdividiendo los actuales Dípteros y Hemípteros ó Rincotos en varios órdenes, por ser su trompa ó pico muy diversos en diferentes grupos de ellos subalternos, con lo que no terminaríamos nunca en la tarea de crear órdenes. Lo mismo se diga por lo que toca á insectos dotados de aparato masticador.

3.° Es de una importancia suma la *diferenciación*. En los insectos más sencillos, así como en el estado larvar, se ve una tendencia á la uniformidad en todos los anillos ó segmentos del cuerpo. Por el contrario, en los más perfeetos y considerados en su estado imaginal, se ve gran diferencia de un segmento á otro, de uno á otro apéndice. La modificación y diferencia de los varios anillos del cuerpo, así como de sus múltiples apéndices, considerada en su conjunto, es la que ha de decidir de la agrupación de un determinado orden: Porque no basta considerar las modificaciones que un órgano haya sufrido desviándose del tipo general, sino que es menester poner atención á todos ó á los más principales: *segmentos del tórax, del abdomen, aparato bucal, alas, patas y antenas.*

Este mismo orden é importancia orgánica habrá que tener en cuenta, si se trata de establecer una serie atendiendo á la perfección de los insectos, en cuanto cabe tal arte, dada la imperfección de los conocimientos humanos.

V.—El llamado orden de los Arquípteros.

Debiera suprimirse.

Guiándonos por el criterio establecido precedentemente, vengamos á discutir el valor que debe darse al llamado orden de los *Arquípteros*. Cuestión es esta indispensable para fijar los límites del orden de los Neurópteros, puesto que aquéllos podrán ó no incorporarse á éstos, según sea el fallo que pronunciásemos.

Ni hemos de discutir largamente sobre la palabra. Sea que se haga derivar de ἀρχή, *principio*, como parece, para significar los insectos primitivos y origen de los demás, sea que se haga proceder de ἀρχι, prefijo de voces compuestas que designa excelencia y principado, no parece muy afortunada la denominación de Arquípteros.

Porque primeramente, de ἀρχή debiera decirse Arquépteros (Archeptera), según es corriente representar la η griega. Así se dice: *Hemípteros*, de ἥμι, *Telescopio*, de τῆλε, *Hemeróbidos*, de ἡμέρα, etc. En segundo lugar es nombre que se cimenta en hipótesis, por suponer que estos insectos fueron los primitivos y origen de los demás, lo cual dista mucho de estar demostrado, siendo esto suficiente motivo para eliminarlo. Y aunque lo estuviese, no es lo más acertado hacer derivar los nombres de un fenómeno, siendo mucho mejor fundarlos en alguna modificación orgánica.

Además, haciéndolo derivar de ἀρχι significaría que la palabra Arquípteros representa los insectos más excelentes y perfectos, sucediendo todo lo contrario.

Mas prescindiendo del nombre, por ser esta cuestión de menor importancia, si examinamos los seres que comprende este orden y los caracteres que lo limitan, fácilmente echaremos de ver qué no tiene razón de ser en Entomología.

1.° Está fundado muy principalmente en la metamorfosis, que la tienen incompleta y á veces nula, reducida á las mudas, los insectos de este orden. Mas ya hemos visto la importancia tan exigua que hay que conceder á la metamorfosis. Pero otorguemos por un momento importancia á este carácter. Entonces nos veremos en la absoluta precisión de dividir este orden en varios, ya que es muy distinta y mucho más complicada la metamorfosis que experimentaban, v. gr., los Odonatos, que la insignificante ó nula que sufren los Tisanuros. Y como en los caracteres orgánicos difieren notablemente, no cabría reunir estos dos grupos, por lo menos, dentro de un orden.

2.° Fuera de que los Odonatos, que acabo de nombrar, son los Neurópteros verdaderísimos de Linneo, y no parece conveniente al hacer la desmembración de un orden lineano (como ni de otro grupo de cualquier autor) reservar el nombre primitivo para seres que estaban menos en la mente del autor, y á los verdaderos y típicos atribuirles otro nombre.

3.° Se da por carácter distintivo el que los tarsos de estos insectos tengan

menos de cinco artejos. Carácter es este de escasísima importancia, y sin embargo, incluyendo ente los Arquípteros los Efeméridos, como suele hacerse, tampoco resulta exacto, y hay que crear una excepción para ellos. Además es carácter negativo, y al momento ocurre que con igual ó mejor derecho habría de formarse orden distinto para los que posean tres artejos y otro para los que sólo tienen dos, etc.

4.° Los Efeméridos precisamente están dotados de una metamorfosis muy singular ulterior en el estadio alado, tanto que algunos la llaman *hipermetamorfosis*, por lo que nos vemos obligados á usar las palabras *subimago* é *imago* para expresar estas dos fases de la misma. No parece lógico incluir estos seres entre aquellos cuya característica es poseer una metamorfosis sencilla. Sobre todo que la organización de los Efeméridos y su biología son en todo diversísimas de la mayoría de los insectos que entre los Arquípteros se comprenden.

5.° Resulta un orden muy artificial, puesto que reune grupos que debieran alejarse y aleja otros que debieran estar próximos. Los Odonatos son muy parecidos en su organización á los Mirmeleónidos, Ascaláfidos, etc.; y sin embargo aquéllos se colocan entre los Arquípteros, éstos se dejan entre los Neurópteros. Item de los Tisanuros ó Colémbolos á los Odonatos hay mucha más distancia orgánica que de éstos á los Hemeróbidos, Mantíspidos y otras familias de Neurópteros; y sin embargo Odonatos, Colémbolos y Tisanuros se colocan, junto con otros, en el mismo orden.

6.° Es además un orden abigarrado compuesto de insectos diversísimos. Es para los demás insectos lo que los Gusanos de Linneo eran para los demás animales: un verdadero almacén de insectos más que un orden de ellos. Se cae en lo mismo que se quería evitar al sostener la denominación de orden. Baste indicar que en él se incluyen los Colémbolos, Tisanuros, Sócidos, Termítidos, Odonatos, Efeméridos, Tisanópteros, etc., para comprender la falta de unidad de semejante agregación. Para formar tal compuesto no había necesidad de crear nuevo orden: bien estaba el de Neurópteros y menos abigarrado era tal como lo dejó Linneo.

7.° No se diga que este orden se ha formado para encerrar en él los insectos más primitivos. Si el *Campodea* es el tipo más primitivo de los insectos (concedámoslo por un momento *arguendi causa*), los Odonatos ciertamente están lejos, muy lejos de él. Nada cerca están los Sócidos, los Termitos, los Pérlidos, los Tisanópteros y tantos otros que bien ó mal en el mismo orden quieren incluirse.

8.° Ni se alegue que éste es un orden sintético, que en sí reune los caracteres que se miran esparcidos en los demás órdenes; que encierra animales poco diferenciados, ó que poseen el primer grado de diferenciación. Si esta razón valiera añado que más sintético fuera aún si le añadiésemos algunos grupos de otros ordenes, v. gr. los Estafilínidos ó los trímeros de entre los Coleópteros, los Formícidos de entre los Himenópteros, los Pupíparos de entre los Dípteros, etc. Mas nadie nos autoriza para semejante novedad. En realidad no es tan sintético como

se dice. Sintético fuera acaso si encerrase tan solo los Tisanuros, ó pocos más, los Termítidos, por ejemplo.

Tampoco es exacto que sus diferentes secciones posean los primeros grados de diferenciación. Los Odonatos, por ejemplo, están muy diferenciados, poseen gran riqueza y variedad de órganos bastante alejados de la forma típica y más sencilla de los insectos, la cual se encontrará tal vez en los Tisanuros y Colémbolos. Razón fuera ésta para incluir en él aun otros que nadie incluye, por ejemplo los Hemiméridos y Forficúlidos. Bastante diferenciados están muchos Sócidos y Embidos, no poco los Efeméridos y mucho los Tisanópteros.

Tanto es ello así, que muchos autores, no pudiendo avenirse á tanta diversidad como el orden de los Arquípteros encierra, van separando de él diferentes secciones, bien para agregarlas á otros órdenes, bien para crear órdenes nuevos, desmoronándose así de contínuo el de creación relativamente reciente, digo el de los Arquípteros.

VI.— Extensión y límites que debe tener el orden de los Neurópteros

Hora es ya de que lleguemos á tratar del orden de los Neurópteros, objeto principal de este trabajo y al cual todos sus párrafos conspiran.

Aunque mi autoridad sea ninguna y algunos de mis conceptos serán rechazados por entomólogos dignos de toda estima, he de exponerlos aquí sinceramente para corresponder á la confianza que me han dispensado los que han leído cuanto antecede en estas páginas.

Soy muy poco amigo de divisiones y subdivisiones sin límite en Taxonomía, al menos de las que se designan con nombres propios y peculiares. Me repugna el recargar la clasificación con tales divisiones con las que más parece que se descuartiza, desmenuza ó tritura un grupo determinado de seres, que se distribuye ordenadamente. Me agrada que en cada división de alguna importancia quepa variedad armónica, como la hay en un organismo entero animal ó vegetal, dentro de la unidad vital que corresponde.

Prefiero sintetizar que analizar, porque la síntesis da mejor idea del conjunto armónico de la creación; el análisis, sobre todo si es muy minucioso, parece que achica el ánimo, y especializándolo ó acantonándolo en un reducido espacio, lo indispone para generalizar, ver las relaciones de unos seres con otros, y deducir de este estudio provechosas y transcendentales consecuencias. Procediendo sin freno por la carrera del análisis, comenzando por dividir y subdividir, se va exagerando esta tendencia de tal suerte que ya no se acierta á ver ningún grupo taxonómico que no sea susceptible de nuevas divisiones, y hasta en la misma especie, la cual parece que debiera ser el último término de la clasificación, se descubre infinidad de gradaciones y matices que traen consigo la creación de nuevos grupos, llamados variedades, razas, formas, modificaciones, etc., etc., dando por último resultado el que ya no parezca nada verdaderamente indivisible y fijo sino

el individuo, con lo cual se ha llegado al fin y también á la muerte de la ciencia. Contra esta tendencia conviene reaccionar, á mi juicio, limitando bien el significado y extensión de grandes grupos taxonómicos.

Ni soy partidario de una exactitud casi diría matemática en la correlativa extensión de los órdenes. Entiendo que deben ser como las regiones naturales ó físicas del globo, unas más grandes que otras, algunas muy extensas, otras mínimas, siendo imposible fijar, ni siquiera aproximadamente, un valor y categoría igual á divisiones del mismo grado. Quiero decir que algunos órdenes de insectos podrán avecinarse á la categoría de subclases, mientras que otros podrán descender á los confines de familia, tribu ó género, no sólo por el número de especies que comprendan, sino por la entidad y trascendencia de sus caracteres. Y esto nada quitará á la independencia mutua de tales órdenes, como no quita nada á la independencia perfecta de las tres naciones de nuestra península, para valerme de un ejemplo doméstico, el que la una, España, sea grande, otra, Portugal, pequeña, y la tercera, Andorra, mínima; mas en el carácter de nación las tres son perfectamente iguales. Así entiendo que deben ser los órdenes, así los géneros, así otras divisiones taxonómicas, si no se quiere violentar la naturaleza, antes bien, acercarse lo más posible á la representación fiel del plan armónico que el supremo Creador estableciera en su obra.

Si algún valor se concede á las consideraciones antecedentes, creo se me permitirá que dé al orden de los Neurópteros mayor extensión de la que muchos autores le atribuyen, incluyendo en él no sólo los Neurópteros en el sentido más estricto que se les concede, sino también los llamados Tricópteros, incluídos por muchos entre los mismos Neurópteros, y todos ó casi todos los Arquípteros.

Con una palabra podemos definir su naturaleza diciendo que son los insectos *menos diferenciados*, si bien no todos lo están en igual grado, como es natural.

Algunos revisten una forma larvar ó llámese *campodeiforme* toda la vida, notable por la presencia de apéndices abdominales propios para la locomoción, ya en forma de patas á los lados ó debajo (Campódidos, Maquílidos), ya de halterios (1) en el extremo (Colímbolos, Maquílidos). En otros esta forma larvar se manifiesta por la carencia absoluta de órganos del vuelo. La cual puede darse en todos los individnos de un grupo extenso, como sucede en los Colémbolos y Tisanuros, ó solamente en algunos géneros como en los Émbidos, ó bien en algunos sexos y formas, como en los Termitos.

Cuando existen las alas, que es las más veces, éstas son más sencillas y menos diferenciadas que en los demás órdenes. Sin venillas transversas en los Termitos, con muy pocas venillas y venas en los Sócidos, poco menos que lampiñas y con

(1) Llamo *halterios* del griego ἅλλομαι, saltar, á esos apéndices abdominales dispuestos para el salto. Véase mi memoria «Insectos Neurópteros de los alrededores de Madrid». Revista de la Real Academia de Ciencias de Madrid. Mayo, 1905.

reticulación casi geométrica en los Odonatos, con multitud de pelos en los Tricópteros, etc. De naturaleza membranosa los dos pares, están siempre extendidas las anteriores, rara vez plegadas en abanico las posteriores (Pérlidos, Tricópteros).

Los órganos bucales, del tipo de los mascadores que se considera el típico y menos diferenciado, están atrofiados en los Efeméridos.

En la estructura de las patas torácicas hay bastante uniformidad, sin que deje de verse rica variedad, sea en la conformación de las anteriores (Efeméridos, Mantíspidos), sea en el número y forma de los artejos.

Sin detenerme á trazar una línea divisoria del orden así constituído, por no parecer cosa idónea de este sitio (1), me contentaré con apuntar su característica en estos términos: *Insectos de organización sencilla, masticadores, sin alas ó con ellas membranosas y reticuladas, parecidas entre sí en su estructura, con patas de longitud media.*

No será fuera de mi propósito enumerar los grupos que en el orden de los Neurópteros incluyo. Son los siguientes:

Tisanuros, *Colémbolos*, *Odonatos*, *Efemérido*s, *Pérlidos*, *Termitos*, *Émbidos*, *Sócidos*, *Neurópteros* en sentido estrictísimo (Mirmeleónidos, Ascaláfidos, Crisópidos, Hemeróbidos, Coniopterígidos, Diláridos, Osmílidos, Siálidos, Rafídidos, Mantíspidos, Nemoptéridos y Panórpidos) y *Tricópteros.*

No menos oportuno parece mostrar las diferentes afinidades que entre estos grupos al parecer tan distintos existen, los cuales justifican plenamente, á mi entender, el que se los incluya á todos en el mismo orden. Porque todos ofrecen entre sí afinidades y gradaciones insensibles.

Los Tisanuros forman un grupo muy característico por la presencia de patas abdominales en algunos. Mas porque este carácter no es común á todos ellos no podemos aislarlos ó declararlos autónomos atendiendo á él solo. Por otra parte la forma de las patas y antenas los acerca á muchas otras familias y la presencia de los urodios ó apéndices abdominales caudiformes los asemeja á los Pérlidos y Efeméridos.

Nada menos típicos son los Colémbolos con sus halterios ú órganos abdominales del salto. Sin embargo, en lo demás tienen manifiestas afinidades con los Sócidos ápteros. Y ese apéndice locomotivo no es más que un órgano de importancia secundaria.

Distintísimos en sí son los Odonatos, mas por la forma de sus alas aseméjanse á los Mirmeleónidos; por el estigma de las mismas convienen con los Rafídidos, Mantíspidos, Crisópidos y tantos otros, por la longitud y forma de las antenas parecen idénticos á los Efeméridos; en su estado de larva convienen con éstos y con los Pérlidos.

---

(1) Véase mi trabajo antes citado «Catálogo descriptivo de los insectos Neurópteros de los alrededores de Madrid».

A los mismos Odonatos se avecinan los Termítidos por su aparato bucal y forma similar de sus alas.

Los Panórpidos no se alejan mucho de los Hemeróbidos, Crisópidos, Siálidos, etc., y á la vez se enlazan con los Tricópteros por el tiridio de las alas, etc.

Ni ha de movernos la singularidad de las patas prensoras de los Mantíspidos, ni la presencia del largo oviscapto de los Rafídidos y Diláridos, puesto que los segundos son lazo de unión de los primeros y terceros; y las tres familias tienen muchísimas analogías con otras no lejanas: Crisópidos, Osmílidos, Hemeróbidos, etc.

Finalmente los Efeméridos y Pérlidos son entre sí muy distintos por las alas, mas convienen en los urodios, forma larvar, biología y gran número de otros caracteres.

No se me objete lo que yo mismo reprendía, que con tanta variedad de formas el orden de los Neurópteros así constituído resulta abigarrado. No es abigarrado, sino rico. Tiene suficiente unidad, porque el criterio que lo constituye es más amplio y de orden superior al que formaba los Arquípteros. La variedad no es óbice á la unidad.

Si examinamos á fondo otros órdenes, observaremos semejante variedad á poco que reflexionemos. Entre los Dípteros la hay tanta (Braquíceros, Nemóceros, Pupíparos, etc., etc.), que pocos autores convienen en la extensión que debe dársele, muchos separan los Pulícidos para constituir un orden con el nombre de Sifonápteros. Lo mismo sucede con los Hemípteros, desmembrado en varios órdenes por ciertos autores. Lo propio que con los Hemípteros ocurre con los Ortópteros. Y si atendemos á los Coleópteros, orden tan natural como el que más, veremos grandísima diferencia entre los Cicindélidos, v. gr., y los Coccinélidos, entre los Ditíscidos y los Longicornios ó los Lampíridos, entre los Carábidos y los Tenebriónidos, entre los Estafilínidos y las demás familias ó secciones. Por no hablar de los Himenópteros tan diferentes según posean taladro ó aguijón, tan diversos entre sí como Crisídidos é Icneumónidos, Bracónidos, Cinípidos, Mutílidos, Formícidos, etc., etc.

Conviene dar amplitud al grupo Orden, al menos tratándose de Insectos, ya que es amplísima la Clase.

Lo que se objete á lo que llevo dicho, probará á lo más que el orden de los Neurópteros, considerado como lo presento, es el más rico en formas, aunque no en especies, entre los Insectos, el más extenso, el de superior categoría taxonómica, en una palabra, es *una nación grande*, aunque no la más poblada, por valerme del símil antes empleado. Mas esto no quita que se le deba conceder la suficiente unidad característica de un orden, esto no nos fuerza en absoluto á que debamos desmembrarlo en varios órdenes.

Con facilidad sí lo subdiviré en tres subórdenes, como anteriormente tengo hecho (1): los *Adelópteros*, comprensivos de los Tisanuros y Colémbolos, los

(1) Opus cit. R. Acad. de Ciencias de Madrid. 1905.

Neurópteros, divisibles á su vez en Odonatos y Oxinatos, (1) y los *Tricópteros*. A estos tres subórdenes y á varias de sus divisiones otros autores concederán fácilmente la dignidad de orden.

Como complemento de todo lo dicho y para armonizar las relaciones del orden de los Neurópteros con otros, precisa que presente aquí un esbozo de la clasificación de los Insectos en órdenes, tal como en mi humilde parecer la entiendo.

VII.—Cuadro de la clasificación de los Insectos

Fijemos antes los puntos que nos deben servir de partida para una acertada distribución de los Insectos.

Sea el principal la *diferenciación*, como hemos dicho (§ IV). Observando que los segmentos del cuerpo son semejantes en las formas larvarias y que los órganos bucales, de masticadores que son en las mismas se convierten en chupadores á las veces en los imagos; fácilmente venimos en conocimiento de que la forma típica más sencilla de los insectos es la que más se acerca á los Miriápodos, esto es, la que presenta todos los segmentos del cuerpo muy semejantes y el aparato bucal masticatorio.

Teniendo en cuenta estos dos caracteres primordiales que se originan de uno, desde luego dividiremos los Insectos en dos grandes grupos: con el protórax libre y con el protórax soldado. Que la primera forma sea la más sencilla nos lo persuade el que sean libres todos los anillos en la forma larvar, y que la *soldadura* en general, por ejemplo de los otros dos anillos torácicos, como también de algunos abdominales, de las piezas bucales, etc., sea carácter de los insectos más perfectos.

Los que gozan de protórax libre ó movible con independencia de los demás anillos del tórax se dividirán á su vez en *mascadores* y *chupadores*, según estén en libertad los órganos bucales ó se modifiquen más ó menos soldándose entre sí en órgano apropiado á la succión. Los mascadores que poseen las alas sencillas, membranosas, parecidas entre sí por su estructura, si bien pueden ser muy diversas en la forma y aun nulas, son los *Neurópteros*. Si las alas del primer par se hallan diferenciadas en élitros, las del segundo se pliegan á lo largo en los *Ortópteros*, al través en los *Coleópteros*.

Finalmente, y como lazo de unión entre los anteriores y los siguientes, se encuentran los *Hemipteros*, con el protórax libre y con los órganos bucales transformados en pico articulado. Sus alas son muy diversas: las del primer par ya membranosas, ya en hemélitros; ó bien carecen de ellas.

Los que tienen el protórax soldado formando un todo con los dos siguientes segmentos, todos poseen el aparato bucal muy diferenciado, pudiéndose dividir

(1) Navás. Neurópteros prosostomios de la península ibérica. Broteria, vol. II, 1903.

en *chupadores* y *lamedores*. Encabeza la sección el orden de los *Dípteros* paralelamente al de los Neurópteros. El aparato bucal está transformado en chupador, que es recto, apellidado *probóscide*. Las alas ó son nulas ó existen sólo las mesotorácicas, con vestigios de las del segundo par. Son variadísimos. Los *Lepidópteros* forman un grupo muy natural, distinto del anterior por su chupador arrollado en espiral, la *espiritrompa*, y por la presencia de cuatro alas recubiertas de escamitas. Cierra el cuadro y la sección el orden de los Himenópteros, reuniendo la perfección de los demás, con aparato bucal dispuesto para morder mediante las mandíbulas y para lamer por medio de la *lengüeta* en que se prolonga el labio. Sus alas igualmente están muy modificadas: son membranosas y poseen pocas celdillas.

Los *Tisanópteros* inclúyense entre los Hemípteros por la forma del aparato bucal en pico y de las alas franjeadas parecidas á hemélitros. Los llamados antiguamente *Anopluros* se reducen á los Hemípteros (Pedicúlidos), los *Afanípteros* á los Dípteros (Culícidos ó Sifonápteros). Los llamados *Estrepsípteros* ó *Ripípteros* con élitros cortos y alas plegadas á lo largo redúcense á los Ortópteros; y en el mismo orden pueden incluirse los *Malófagos*.

Ayudará á la claridad poner á continuación en un cuadro sinóptico la disposición gradual y característica de la clase de los Insectos.

CUADRO DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS INSECTOS

					ÓRDENES
INSECTOS	1.ª Sección: con protórax libre	mascadores	ápteros, ó con alas no diferenciadas en élitros	con alas membranosas y reticuladas.	1.º *Neurópteros.*
			con alas del primer par diferenciadas en élitros	alas plegadas á lo largo.	2.º *Ortópteros.*
				alas plegadas al través.	3.º *Coleópteros.*
		. . . . .	con pico articulado; alas del primer par en hemélitros ó membranosas; ó ápteros		4.º *Hemipteros.*
	2.ª sección: con protórax soldado	chupadores	con chupador recto, *probóscide*; dos alas mesotorácicas; ó ápteros		5.º *Dipteros.*
			con chupador arrollado en espiral, *espiritrompa;* cuatro alas recubiertas de escamitas.		6.º *Lepidópteros.*
		lamedores: labio prolongado en *lengüeta*; con mandíbulas libres; cuatro alas membranosas y con pocas celdillas.			7.º *Himenópteros*

No se me oculta que á algunos parecerá excesiva reducción la de clase tan numerosa como es la de los Insectos á solos siete órdenes, los cuales por otra parte tampoco representan igual valor taxonómico. No menos parecerá extemporánea en nuestros días, cuando la tendencia es más bien á crear nuevos órdenes de clase tan numerosa.

Aunque á este reparo queda respondido previamente con lo que llevamos dicho (§ VI), no quiero dejar de añadir aquí alguna otra consideración para completar mi pensamiento y expresar el valor taxonómico que atribuyo á varias de las divisiones subalternas que se han propuesto de los Insectos con carácter de orden.

No vacilo en confesar que el orden de los Neurópteros, tal como aquí se ha constituído, tiene un valor taxonómico mayor, quiero decir más variedad y riqueza de caracteres que cualquiera de los enumerados y limitados á continuación. Tanto es ello así, que en el caso de que prevalezca el criterio opuesto, de dividirlo en varios órdenes, á expensas de él pudieran formarse nueve ó más de un valor taxonómico parecido al que actualmente poseen otros órdenes muy bien definidos, como son Lepidópteros y Coleópteros.

En su virtud y hablando conforme á esta hipótesis, la agrupación aquí propuesta con el nombre de Neurópteros ya no podrá llamarse orden, sino que deberá elevarse á la categoría de subclase, paralela al conjunto de los órdenes restantes.

Debiendo figurar estos dos grupos como subclases, requieren nombre especial y propio para designarlas.

¿Cuál será el más oportuno?

Por no inventar otro peregrino, antes queriendo insistir en los ya conocidos y notorios; dado que es universalmente conocida la denominación de Entomología derivada del griego ἔντομον, *insecto*, ocúrreme que esta palabra ἔντομον podría ser la raíz más idónea para la denominación que buscamos.

Ahora bien: los Neurópteros, en la acepción que se ha dado á la palabra en estas páginas, representan los insectos más sencillos, al par que los órdenes restantes contienen los más complicados y perfectos.

Por consiguiente, será admisible la división de la clase Insectos en dos subclases:

1.ª subclase: Hapléntomos (de ἁπλόος, *sencillo* y ἔντομον, insecto).

2.ª subclase Peciléntomos (de ποικίλος, *variado).*

A su vez, la subclase de los *Hapléntomos* se subdivirá definitivamente en los órdenes siguientes, en cuya caracterísca no entraré, por no ser éste su lugar propio.

1.º *Tisanuros* (Campódidos, Yapígidos, Lepísmidos, Maquílidos).

2.º *Colémbolos.*

3.º *Odonatos.*

4.º *Efemeroides.*

5.º *Plecópteros* (Dictioptéridos, Pérlidos, Efeméridos).

6.° *Isópteros* (Termítidos, Émbidos, Sócidos).

7.° *Neurópteros* (Mirmeleónidos, Ascaláfidos, Mantíspidos, Rafídidos, Crisópidos, Diláridos, Osmílidos, Hemeróbidos, Conioperígidos).

8.° *Mecópteros* (Nemoptéridos, Panórpidos).

9.° *Tricópteros* (Frigánidos, Limnofílidos, Sericostómidos, Leptocéridos, Hidropsíquidos, Riacofílidos, Hidroptílidos).

Dejando la división ulterior de la segunda subclase ó *Peciléntomos* á los diferentes especialistas, aquí sólo apuntaré algunos órdenes principales que pudieran admitirse, siguiendo el orden establecido en el cuadro general que en este mismo párrafo se ha puesto.

1.° *Dermápteros* (Malófagos, Estilópidos, Hemiméridos, Forficúlidos).

2.° *Dictiópteros* (Blátidos, Mántidos).

3.° *Ortópteros* (Fásmidos, Acrídidos, Grílidos, Locústidos).

4.° *Coleópteros.*

5.° *Hemípteros* (los Heterópteros).

6.° *Homópteros* (con los Zooptirios y Fitoptirios).

7.° *Tisanópteros.*

8.° *Dípteros.*

9.° *Sifonápteros.*

10. *Lepidópteros.*

11. *Himenópteros.*

De esta suerte resultan por lo menos veinte órdenes de la gran clase de los Insectos.

De ellos algunos son muy reducidos, como los Sifonápteros, otros inmensos, como los Himenópteros.

PRESENTED
2 OCT. 1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 14

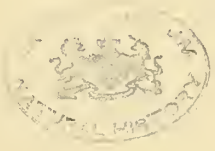
TRABAJOS

PRESENTADOS Á LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

POR EL ACADÉMICO

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN GARCÍA

Publicado en octubre de 1905



BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 14

TRABAJOS

PRESENTADOS Á LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

POR EL ACADÉMICO

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN GARCÍA

Publicado en octubre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

NOTA

SOBRE LA NUEVA PANTALLA BLONDLOT Y EXPERIMENTOS QUE CON ELLA Y LOS RAYOS N Y N_1 PUEDEN PRACTICARSE

Sesión del 24 de noviembre de 1904

La pantalla que tengo el gusto de presentaros, recibida hace unos dos meses, para la investigación de los rayos obscuros N y N_1, ha sido preparada bajo la dirección de Mr. Blondlot, *correspondant de l'Institut* de Francia é inventor de estos rayos. De pronto os parecerá que no tiene nada de particular, pero después de haberla descrito vereis su gran utilidad. Los que han experimentado con la pantalla de sulfuro de calcio fosforescente de superficie uniforme, y se han convencido de la dificultad de ver bien el aumento de luz que producen los rayos N, comprenderán mi entusiasmo por la pantalla Blondlot, con la cual es posible distinguir bien estos cambios de intensidad. Si algunos de los que han hecho experimentos sobre los rayos N hubiesen tenido esta pantalla y hubiesen sabido usarla, no se hubieran burlado de estos rayos.

Además de los rayos N que emiten el Sol, el filamento de la lámpara eléctrica Nernst, la camiseta del mechero Aüer, y una lámina de plata puesta al rojo naciente por un mechero Bunsen, pueden estudiarse con esta pantalla los rayos N de pequeños focos productores ó emisores.

Con esta nueva pantalla Blondlot, pueden diferenciarse muy bien los rayos obscuros calóricos, de los rayos N; sabeis bien que los calóricos aumentan en todas direcciones la intensidad lumínica del sulfuro de calcio, mientras que los rayos N la aumentan si son normales y la disminuyen si son oblicuos ó casi tangentes. Es posible ver el desarrollo ó producción de los rayos N en varios cuerpos sujetos á la compresión, aunque sea madera, permaneciendo permanente esta emisión en los cuerpos cuyas moléculas quedan permanentemente comprimidas, como sucede en el acero templado, en las lágrimas batávicas, en el latón batido, en el azufre fundido de estructura cristalina, etc.; tanto es así, que un cuchillo procedente de una sepultura galo-romana situada en el territorio de Craincourt (Lorena) y que data de la época merovingia, ha dado rayos N como un cuchillo moderno. Otros cuerpos, comprimiéndolos, dan sólo rayos N durante algunos minutos ó segundos, es decir, sólo momentáneamente aumentan la fosforescencia del sulfuro de calcio. Algunos no dan rayos, pero tienen la propiedad de almacenarlos y soltarlos después durante algún tiempo. Los cuerpos expuestos largo tiempo á los rayos del sol absorben rayos N, y luego los desprenden, aunque en poca cantidad.

También con esta nueva placa se puede experimentar el paso de los rayos N al través del cartón seco, madera, agua salada, hojas de papel negro, de estaño

y de oro, al través de láminas muy finas de aluminio, de cobre, de latón, de plata, de vidrio, de mica, y al través de placas de parafina y de cautcho. Puede examinarse la opacidad á estos rayos, del plomo, cartón mojado, agua pura, platino y sal gema, y la poca transparencia de las placas de vidrio, azufre, fluorina, mica deslustrada, etc. Además pueden estudiarse los efectos de una corriente eléctrica, de un campo magnético, la comparación con los rayos catódicos, la acción vertical de la moneda de plata, etc., etc.

Hemos experimentado con éxito algunos de estos caractéres, pero como á veces es difícil ver el aumento de luz en el sulfuro de calcio, recomendamos á los que no estén acostumbrados á ver los efectos de los rayos N, que si quieren ver algo sin aparatos, hagan primero los experimentos siguientes: 1.° Después de estar 10 ó 12 minutos á obscuras, y cuando la pantalla Blondlot está muy poco iluminada, se presenta á esta pantalla y muy cerca de ella, la hoja de un cuchillo de mesa doblado ó, lo que es lo mismo, una lámina de acero templado muy elástica: el resultado obtenido es muy visible. 2.° También el efecto es muy notable presentando á la pantalla el puño y cerrando con mucha fuerza la mano. 3.° Cuando se le acerca una pila Leclanché que ha funcionado durante un rato uniendo zinc y carbón con un alambre, es decir, formando un circuito corto.

Tan difícil es ver algunos efectos de los rayos N, sin una disposición especial, que creo que hay algunos que los ven porque personas de autoridad han dicho que los han visto.

El valor de la pantalla Blondlot está en las líneas de pequeñas manchas de sulfuro de calcio que se forman sobre un cartón negro mate, manchas de diferente intensidad lumínica, siendo en algunas tan pequeñas, que forman como una especie de nebulosa. Con esta disposición, las nebulosas aparecen claras al recibir los rayos N, y desaparecen al momento que no las reciben. Cuantas más nebulosas se hacen bien visibles, más intensos son los rayos N que recibe la pantalla. El aumento de una bujía en un foco luminoso de 100 bujías no se nota, pero sí en un foco de una bujía; he aquí pues la diferencia entre la placa cubierta uniformemente de sulfuro de calcio y la pantalla de Blondlot con nebulosas. Ya veis, pues, la importancia de esta pantalla. Yo la prefiero á la que tiene el mismo físico con iluminación de luz amarilla anaranjada.

M. Blondlot ha sabido no sólo dar á conocer sus rayos, sino que ha dado los medios prácticos para ver sus efectos. Ante todo aconseja que sólo experimente una persona frente á la pantalla y sin hablar, pues hablando se comprime el aire y de éste salen rayos N que altera la intensidad del sulfuro. Asimismo, debe verificarse el experimento con ausencia de olores, principalmente de tabaco, porque los olores dan rayos N y alteran el resultado.

He aquí como se construye la placa de Mr. Blondlot: Con un pincel de los empleados en el lavado, que se empapa con una papilla clara formada de sulfuro de calcio fosforescente y colodión diluído en éter, se van echando gotas sobre un cartón negro mate y de esta manera quedan formadas las manchas de sulfuro de

calcio y la placa. Poniendo más ó menos papilla en cada mancha y después aclarando con un pincel embebido de éter en algunas, se logrará formar manchas de diferente intensidad lumínica, exponiéndolas un instante á la acción de la luz del sol.

Yo he obtenido buenas pantallas Blondlot con sulfuro de calcio fosforescente que me han proporcionado en la tienda de Hijos de Vidal y Ribas. Debo hacer notar á los que quieran construirse algunas, que la papilla debe tener poco colodión, y este debe ser colodión fotográfico, pues de lo contrario hemos observado que después las manchas saltan en forma de escamas.

Basándome en esta pantalla, hemos construído una con un tubo de plomo de buen diámetro y muy corto, poniendo en el fondo una pequeña pantalla Blondlot. Este nuevo tubo Charpentier nos ha dado algún pequeño resultado, cosa que no hemos podido lograr con uno de una sola mancha que hace poco nos dieron. El tubo Charpentier es conocido en medicina, se ha dicho que servía, entre otras cosas, para examinar la actividad de los centros nerviosos, pero en el último Congreso internacional de fisiología de Bruselas se ha negado esta propiedad, habiendo recibido un rudo ataque lo referente á emisión de rayos N por nuestro cuerpo. M. Walter los califica de *rayos de la sugestión;* M. Toulonse, que ha visto algo, se ha convencido que estos rayos N que dicen desprende el cuerpo, son de origen térmico; otros dijeron no haber obtenido resultados.

La pantalla Blondlot, pero de cobre, que tengo también el gusto de presentaros, sirve además para las experiencias á distancias de los rayos N. Estos se conducen á distancia, no mucha, por medio de cuerpos transparentes á los rayos N, tales como los hilos de cobre, aluminio, zinc, varillas de vidrio, tubos llenos de agua salada, y no el hilo de plomo y el tubo de agua pura. De esta manera es también posible experimentar con la lámpara Aüer sin cubrir y ver los efectos, aunque débiles, de los radios *N* en cuarto obscuro.

En esta pantalla metálica Blondlot hay un hilo metálico que tiene en los extremos una plancha de cobre: la que no tiene sulfuro se coloca á poca distancia del foco de rayos N, y la otra que lleva las pequeñas manchas de sulfuro de calcio se halla en cuarto obscuro. Para que la transmisión se efectúe, es preciso que el hilo de cobre no esté oxidado, y por lo tanto, conviene limpiarlo con papel de vidrio; si el hilo no está recto, hay que presentarle en curvas de gran radio y, sobre todo, no pueden haber recodos bruscos ó dobleces en ángulo agudo, pues en este caso los rayos N, en vez de salir por el extremo, se desprenden en éstos recodos bruscos. Hemos practicado experimentos varios, habiendo obtenido resultados en la transmisión á distancia.

Antes de concluir esta nota debo decir algo de los rayos N_1 compañeros de los N, los cuales son visibles en la pantalla objeto de este trabajo. Si á un haz de rayos obscuros procedentes de una lámpara Nerst, ya tan conocida en Barcelona, se le hace pasar al través de un prisma de aluminio, dice Mr. Blondlot que se obtiene un espectro de rayos N y N_1. Se diferencían estos rayos, en que normal-

mente los rayos N avivan la luz del sulfuro de calcio fosforescente, mientras que la disminuye los rayos N_1; los rayos muy oblícuos ó casi tangenciales N disminuyen la luz de la pantalla y en cambio los aviva los muy oblícuos N_1. M. Blondlot usa también para estos nuevos rayos su pantalla blanca con una faja de sulfuro de calcio de 1 á 2 milímetros de ancho y de 20 á 30 milímetros de largo, iluminada en cuarto obscuro con luz amarilla anaranjada.

Se ha dicho que los rayos N_1 lo mismo que los N se almacenan; basta, por ejemplo, acercar un trozo de cuarzo á un hilo de cobre estirado, para que el cuarzo emita durante algún tiempo rayos N_1.

Dan exclusivamente rayos N_1, el cobre, el platino y la plata estirados en la hilera, y el éter etílico en el estado de extensión forzada por el procedimiento descubierto por M. Berthelot. Hemos visto las propiedades contrarias de los rayos N al presentar el hilo de cobre á la pantalla de sulfuro de calcio.

Mucho podríamos decir de los rayos N, pero como no es este el objeto de esta nota, damos fin diciendo que, atendido á lo que hemos observado durante muchos experimentos, nos parece exagerada la contra ó guerra que se hace á los rayos N, y á nuestro entender en parte es debido al empleo de placas ó planchas de superficie uniforme y de una mala experimentación; pero también debemos decir que creemos que los entusiastas de los rayos N han exagerado mucho, haciéndose ilusiones. Los rayos N y N_1 son aun verdaderos rayos obscuros; los experimentos efectuados son muy imperfectos y poco demostrativos. Esperemos con calma á que el tiempo los haga más claros.

NUEVO APARATO

PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE LA TOMA DE TIERRA DE UN PARARRAYOS

Sesión del 30 de marzo de 1905

Una de las condiciones más esenciales para el perfecto funcionamiento de un pararrayos, es que tenga una buena toma de tierra, un *perd fluids*, que dicen los franceses, y como una buena toma de tierra se conoce por la resistencia que presenta el circuito, de aquí la necesidad de examinar los ohmios de esta resistencia y, por lo tanto, hay que tener aparatos especiales que sean suficientemente exactos, muy portátiles y de fácil manipulación, á fin de que puedan manejarlos personas medianamente instruídas. Creemos haberlo logrado con el aparatito que hemos ideado y hecho construir.

Veamos antes, para que se me comprenda mejor el aparato, que llamo *terrémetro*, las condiciones que deben reunir las tomas de tierra de un pararrayos.

Para que sea buena la placa ó toma de tierra, tiene que ser muy grande, debe presentar al paso de la corriente una resistencia de muy pocos ohmios. El barón de Gisberg en su notable obra de electricidad, dice que no puede ser mayor de 10 ohmios; el célebre M. G. Eiffel admite 15 ohmios como máximo de resistencia para una buena toma de tierra de pararrayos, y el tan conocido M. Hospitalier, al ocuparse en esta cuestión, dice que la toma de tierra debe ser inferior á 10 ohmios; J. A. M., en un artículo sobre verificación de pararrayos, publicado en la *Revue Uuiverselle*, sienta como buena toma de tierra, la comprendida entre 1 y 5 ohmios, presentando gran peligro si sube á 20, 25 ó más ohmios.

En vista de todo esto, será conveniente que la toma de tierra presente de 1 á 5 ohmios de resistencia, siendo peligroso de 10 á 15 ohmios, y debiendo arreglar el pararrayos ó sacarlo cuando pasa de 15 ohmios.

La mayor resistencia de la toma de tierra de los pararrayos de la torre Eiffel es de 4'125 ohmios (tierra de la pila 3), y la menor es de 1'05 ohmios (toma de la pila de sustentación núm. 4.)

Para reconocer una toma de tierra T de un pararrayos, hay que practicar tres operaciones, empleando además dos tomas de tierra T' y T'' auxiliares. Se mide la suma de las resistencias de dos en dos ó sea la que suman $T + T'$, $T + T''$ y $T' + T''$. Se halla la resistencia T de la toma de tierra del pararrayos por medio de tres ecuaciones de primer grado, de la siguiente forma:

$$T + T' = r' \qquad T + T'' = r'' \qquad T' + T'' = r'''$$

siendo las incógnitas T, T' y T''. Los valores r', r'' y r''' son los ohmios de resis-

tencia hallados en las mediciones, menos la resistencia de los conductores, que unen los puntos de toma con el terrémetro, y que ya se conocen.

Como en la práctica sería engorroso para algunos despejar estas ecuaciones, bastará emplear la ecuación final de este despejo que es

$$T = \frac{r' + r'' - r'''}{2}$$

Para hallar los valores r', r'' y r''', pueden emplearse todos los aparatos que se usan para la medición de resistencias, pero como éstos deben ser poco costosos y portátiles, y sobre todo sencillos, aunque no sean de gran precisión, se han ideado aparatos especiales para estas mediciones. Ducretet tiene uno que se funda en la desviación de un pequeño galvanómetro, que se halla en serie con una pila entre las dos tomas de tierra, ó bien en serie con una resistencia variable, cambio de observación que se logra por medio de un conmutador. Se hace variar esta resistencia hasta que sea igual á la que existe entre las dos tomas de tierra, es decir, hasta que el galvanómetro indica igual desviación en ambos casos. Hemos probado un aparato parecido y le hemos encontrado deficiente, debido á que la corriente de la pila varía mucho, es muy poco sensible, siendo á veces grande el error, y además no se tiene en cuenta la acción de las corrientes eléctricas vagamundas, que en algunos sitios es muy sensible y que hace que el resultado salga erróneo.

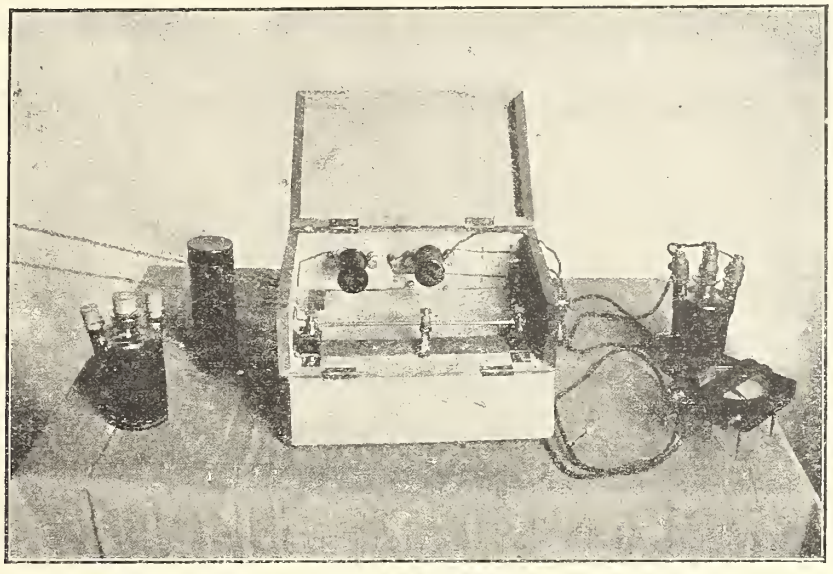
La casa Siemens construye un puente portátil, al cual le da corriente una magneto. Puede medir 0'1 á 500 ohmios. Si bien no conocemos este aparato, nos parece inútil la magneto para las resistencias ordinarias de las tomas de tierra de pararrayos.

El *Verificador Borrel*, aprobado por el *Comité d'Artillerie*, está basado en el puente Wheatstone; es un buen aparato para el uso de un Cuerpo que disponga de personal; pero para un instalador ó un revisador es caro y tiene el defecto de los puentes de Wheatstone, de no ser tan sencillo en su manipulación y cálculos como otros.

Hartmann y Braun construyen un aparato muy sencillo y de poco coste; es el puente teléfono según Nippoldt. Está basado en la disposición del puente universal de Kohlrausch y de un teléfono para poderse oir mejor las corrientes vagamundas. El número de ohmios de la resistencia que se inspecciona se lee en el mismo aparato. Es de buen funcionamiento, pero delicado y que exige saberlo manejar.

El terrémetro que he ideado y hecho construir, es el que se representa en la figura. Lo he usado con éxito, es sencillo, de poco coste, muy reducido y sobre todo resistente y manejable. Es una modificación del puente de Wheatstone, muy simplificado, y con él pueden medirse resistencias de 0'1 á 100 ohmios. Para la inspección de pararrayos en las ciudades y poblaciones de cierta importancia, el puente de Wheatstone lo constituye: uno de los lados, una resistencia fija de 5

ohmios; el opuesto es la resistencia que se busca; los otros dos lados del paralelógramo lo forman una resistencia fija de 10 ohmios y una resistencia variable de



TERREMETRO.—Aparato para medir la resistencia de la toma de tierra de un pararrayos.

corredera de 0'03 á 10 ohmios. Se comprende que usando esta última puede tomarse bien una resistencia de 0'1 á 20 ohmios.

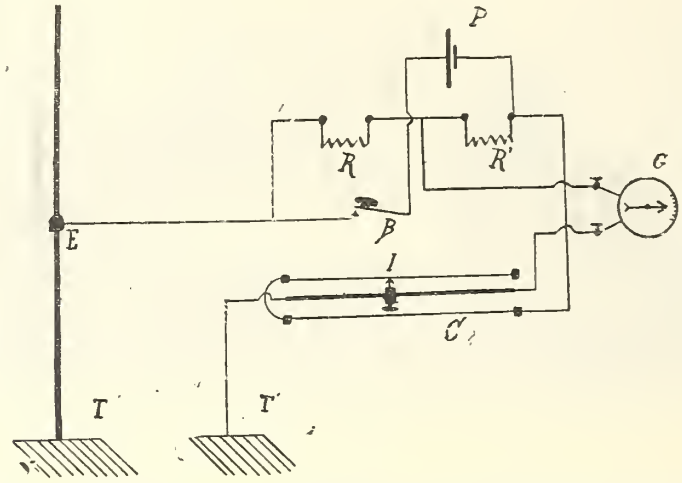
Si bien en las ciudades no son necesarias tomas de tierra auxiliares de gran resistencia relativa, porque para ello sirven las cañerías de gas y de agua, en los pueblos, en los campos, á veces hay que usar los *piquets* militares de tierra, que presentan resistencias mayores, y en este caso hay que modificar el paralelógramo cambiando la resistendia fija de 10 por la de 50 ohmios.

El que trabaja fuera del laboratorio eléctrico y ha tomado resistencias, sabe bien lo engorroso que es el empleo del galvanómetro y de las pilas. Teniendo en cuenta esto, hemos escogido una brújula-galvanómetro que, tal como se vende, no es muy sensible; pero cambiando el sitio del arrollamiento y aumentando la longitud del hilo, le hemos aumentado de 15 veces su sensibilidad, dándonos ahora 70 micro-amperios para el primer grado.

Los que hemos trabajado bastante en el campo, sabemos la dificultad del transporte de las pilas. Las pilas secas son un juguete; á lo mejor no funcionan; las semi-húmedas con mucha facilidad ensucian, si es que no sale el poco líquido que contienen. Ante estas dificultades la práctica me ha hecho adoptar la pila que presento, la cual, los que no trabajan mucho, encontrarán de forma poco estética, pero no obsta para que sea de gran utilidad. Consiste en un pequeño frasco de tres bocas, que cuando no funciona, sólo contiene disolución de bicromato de

sosa y ácido sulfúrico, y los tres orificios ó bocas del frasco están muy bien tapados con tapones de caucho; así es posible llevarlo en un bolsillo. Al tener que emplearlas en el sitio de inspección, se quitan estos tapones y se introduce en la boca central un zinc parecido al de las pilas Leclanché, y en cada una de las laterales un carbón de arco, quedando así una pila Grenet de uno á dos amperios.

Hay que tener presente, al verificar las mediciones de resistencias, que exis-



Esquema del terremetro.—R y R', resistencias fijas; C, resistencia variable de corredera; I, índice de esta resistencia; P, pila; G, galvanómetro; B, interruptor; T y T', tomas de tierra; E T, conductor del pararrayos; E, unión de este con el hilo que va al terrémetro.

ten corrientes eléctricas vagamundas, que debido á ellas, con el puente de Wheatstone no puede ponerse á cero el galvanómetro sin cometer graves errores, por lo tanto hay que emplear el procedimiento para hallar la resistencia de una pila. En las mediciones de la resistencia de la toma de tierra de un pararrayos, el puente está equilibrado cuando el galvanómetro marca lo mismo que con la corriente eléctrica de las vagamundas es decir con ó sin la corriente de la pila del terrémetro.

Antes de concluir, recordaré á esta Real Academia que la de París se ha ocupado mucho en los pararrayos. ¿No convendría que nos ocupásemos de esta interesante materia, pidiendo al Excmo. Ayuntamiento de Barcelona que se inspeccionen nuestros pararrayos y que se fijen las condiciones de seguridad que le indicásemos?

MODIFICACIÓN INTRODUCIDA

EN EL ELECTRO-RADIÓFONO Y ELECTRÓGRAFO, PARA EVITAR EN ELLOS LAS PERTURBACIONES PROCEDENTES DE LA ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA

Sesión del 28 de abril de 1905

Los que se han ocupado de la telegrafía sin hilos, saben que hay tres causas perturbadoras en la transmisión de despachos, y son: 1.ª Las descargas oscilantes producidas por el rayo. 2.ª Las variaciones de potencial de la toma de tierra y de la antena, causadas por la variación del campo terrestre. Estas variaciones son á veces muy lentas y dan lugar sólo á señales parásitas muy espaciadas, y á menudo regulares; en otras ocasiones son bruscas y violentas. 3.ª Parece que hay una correlación entre las variaciones de temperatura y la producción de señales parásitas.

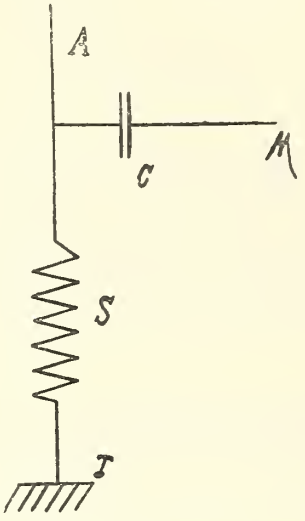
Tal es el efecto de estas causas perturbadoras, que hay sitios en que durante ciertas horas del día, es difícil la transmisión de despachos. M. Marconi en sus experiencias entre Antibes y Calvi, no podía telegrafiar después de las diez de la mañana. En la línea telegráfica sin hilos entre la Martinica y Guadalupe, se ha reconocido la imposibilidad de comunicar de noche, principalmente al ponerse y salir el sol.

Se comprende que siendo el *electro-radiófono* y el *electrógrafo* un receptor de telegrafía sin hilos, deben experimentarse iguales perturbaciones, pero en este caso son inútiles la segunda y la tercera: la observación de la primera, ó sean las descargas oscilantes producidas por el rayo, es el objeto de estos aparatos. En mi electrógrafo se ha oído en distintos días y varias veces, tocar el timbre ó sonería del electrógrafo al ponerse el sol sin que haya habido tempestad; y al establecerse la comunicación de la antena con el cohesor, se ha oído ruído ó chisporroteo en el teléfono.

El rayo es una chispa oscilante de alta tensión parecida á la desarrollada entre las bolas del oscilador de un transformador, chispa que tiene lugar entre nube y nube ó entre ésta y tierra, cuando la diferencia de potencial es suficiente para vencer la resistencia del aire y cuerpos que hay entre ambos puntos de descarga. Por esto el rayo, como toda chispa oscilante de alta tensión, dá lugar á ondas hertzianas, y cada vez que se produce el rayo hace funcionar el timbre, ó el aparato Morse traza una raya, ó bien se oye aquel ruído seco de trueno cercano, en el teléfono del electro-radiófono.

Para evitar las perturbaciones ocasionadas por la electricidad de la atmósfera, y sabiendo: 1.º que la bobina de self-inducción deja pasar la electricidad atmosférica que es contínua, y dificilmente las ondas hertzianas, que es corriente alterna de alta tensión, y 2.º que por un condensador pasan éstas y no la electri-

cidad atmosféricas, he colocado un condensador entre la antena y el cohesor, y también una bobina de self-inducción entre la antena y la toma de tierra: ambas electricidades entran después á tierra por un mismo hilo. En el siguiente esquema puede verse esta disposición.



Esquema de los aparatos que se añaden al electro-radiófono y electrógrafo para evitar las perturbaciones que produce la electricidad atmosférica. A, antena; C, condensador; S, bobina de inducción; T, toma de tierra; M, hilo que vá al electro-radiófono ó al electrógrafo.

Que en mi aparato las ondas hertzianas son detenidas por la self-inducción y atraviesan el condensador dirigiéndose por el cohesor, lo prueba el que en tempestad lejana funciona bien el timbre. La corriente atmosférica puede ir á tierra sin pasar por el cohesor privándole el paso el condensador.

Antes de concluir haré presente al Sr. Presidente y por lo tanto á la Academia, la conveniencia de instalar junto á nuestro Observatorio un *electro-radiófono* ó un *electrógrafo*, combinado con el teléfono ordinario que le ponga en comunicación con nuestra Corporación ó con un centro oficial, para poder así observar de lejos las tempestades y avisar que éstas existen á los marinos y agricultores. Combinando estas observaciones con las meteorológicas, se puede predecir con alguna exactitud algunas horas antes la tempestad que se cernirá sobre nosotros, y de donde viene. En mis humildes aparatos se ha oído once horas y media antes, una de las tempestades que han descargado en nuestra ciudad.

Si salvamos aunque sea sólo un marino, podremos dar por bien empleados nuestros sacrificios.

EXPERIENCIAS EFECTUADAS EN BARCELONA

CON LA LÁMPARA DE INCANDESCENCIA DE FILAMENTO DE TÁNTALO DE LA CASA SIEMENS

Sesión del 19 de mayo de 1905

La lucha que sostienen las fábricas de gas del alumbrado contra las que producen fluido eléctrico, para dar luz al menor precio posible por bujía, ha originado una serie de nuevos aparatos por ambas partes, cuyo resultado final ha sido un avance extraordinario en la iluminación.

Uno de estos últimos aparatos son las lámparas de incandescencia de filamento de metal tántalo, lámpara que construye la conocida casa Siemens-Schuckert. No la describo, porque luego la podreis examinar, además de que alguno de vosotros debe conocerla.

El principio científico que sirve de fundamento á la lámpara es, que las radiaciones de un cuerpo en incandescencia aumentan progresivamente en intensidad, con la temperatura á que está sometido el cuerpo, y por lo tanto, la lámpara más económica será aquella cuyo filamento sea capaz de resistir temperaturas más elevadas.

El tántalo, siendo muy dúctil, maleable y pequeña su tendencia á la disgregación al vacío, aun estando sometido á la acción de una corriente intensa, es á propósito para filamentos de lámpara. Según el doctor von Bolton, jefe del Laboratorio de la casa Siemens de Berlin, el tántalo puro tiene una resistibilidad ó resistencia específica, á la temperatura ordinaria, de 16'5 microohmios-centímetros, y la que toma el filamento cuando está incandescente, es de 83 microohmios-centímetros; el coeficiente de temperatura es igual á 0'003 entre cero y cien grados.

Las excelentes propiedades del tántalo hacen que las lámparas con filamento de este metal de 25 bujías gasten, según la casa constructora, de 1'3 á 1'7 vatios por bujía hefner durante las 300 horas primeras, mientras que, en las que ordinariamente gastamos, su consumo es de unos 3 $^1/_2$ vatios por bujía. Es cierto que forzando á éstas, ó lo que es lo mismo, aumentando su voltage ó poniendo lámparas de menor voltage que el de la red, llegan á consumir 2 $^1/_2$ vatios. Las lámparas Nernst, ya conocidas y usadas por unos cuantos abonados, son también muy económicas, pero tienen el defecto de tardar en dar luz y de no sufrir oscilaciones en el voltage: yo me explico con esto el porqué á unos les vaya bien y á otras no, pues habiendo en las redes diferencias de 10, 15 ó más voltios, se comprende que al que se halle en sitios cuya voltage sea relativamente muy elevado, no le funcionarán bien las lámparas Nernst, y sí al que esté en cal-es de voltage igual al que ha sido calculada la lámpara. La Cooper Hewitt de la casa Westinghouse, ó sea de vapor de mercurio, si bien gasta de 0'5 á 0'7 vatios por bujía, tiene el defecto de dar luz coloreada; no obstante, puede utilizarse para ciertos trabajos.

La lámpara Siemens no tiene estos inconvenientes, y además, presenta las siguientes buenas propiedades: La intensidad lumínica primitiva, siendo de 25 bujías, va aumentando en las primeras horas hasta alcanzar 28 bujías; luego va bajando hasta 25 bujías después de 200 horas de funcionamiento, llegando á 18 bujías á las 1.000 horas. Lo notable es que, al mismo tiempo que baja la intensidad lumínica, baja el consumo de corriente, de manera que al final de su vida, el consumo por unidad lumínica es inferior que al principio.

Siendo necesario conocer las experiencias particulares, no interesadas, sobre el funcionamiento de las nuevas máquinas y aparatos, pues los datos que dan las casas constructoras instintivamente casi siempre son algo exagerados, creemos que es conveniente conocer las que se han verificado estos días en Barcelona con las nuevas lámparas de filamento de tántalo

La Compañía Barcelonesa de Electricidad, en sus oficinas de la calle de Tallers, está ensayando tres lámparas de 25 bujías hefner. La primera, que ya se ha fundido, ha soportado 1.047 horas de iluminación; la segunda, ayer ya llevaba 1.212 de iluminación funcionando muy bien; y la tercera llevaba 1.220 de iluminación dando buena luz. El tiempo se cuenta por medio de contadores horarios.

El promedio de gasto de fluído ha sido de 1'5 vatios por bujía ó sea unos 37 $^1/_2$ vatios por 25 bujías, gastando aún 1'5 vatios por bujía á las 700 horas de funcionamiento. El voltage varió de 110 á 114 voltios, ordinariamente á 110; por lo tanto, el amperage gastado por la lámpara ha sido de 0'0136 amperios por bujía, ó sea 0'341 por lámpara de 25 bujías. Creo inútil llamar la atención acerca de que una bujía hefner = 0'885 bujía decimal = 0'042 patrón Violle al platino = 0'092 carcel = 0'78 bujía inglesa.

Hay quien duda de que si esta lámpara Siemens podrá sufrir voltages superiores á los que está destinada; pero esta duda está desvanecida por la experiencia presenciada por uno de mis ayudantes, el Sr. Gómez Menacho, en la calle de Arcos de Junqueras. Una de estas lámparas, construída para funcionar á 110 voltios, funcionó bien sin fundirse á 150 voltios durante el ensayo, que duró 10 minutos. A 300 voltios tampoco se fundió, si bien solo estuvo encendida algunos segundos por miedo que se estropease. Se comprende que la prueba era excesiva, y por lo tanto, muy expuesta.

En el Laboratorio oficial eléctrico de esta provincia hemos practicado experiencias sobre el consumo de la lámpara de filamento de tántalo, midiendo, además del voltage y amperage de la corriente, la potencia luminosa de la misma lámpara. En el fotómetro, comparada con una lámpara eléctrica de Hernann et Braun-etalon de 9'7 bujías hefner, se halló ser su potencia lumínica de 33'56 bujías hefner. Consumiendo casi 47 vatios resultan 1'40 vatios por bujía. Para poner las cosas en su lugar, debo hacer presente que sin duda la lámpara es nueva, y que la casa no me había dado la peor.

De todo lo expuesto se desprende que la lámpara Siemens, de filamento de tántalo, es una buena lámpara y un gran paso de avance en la iluminación eléctrica

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 15

¿CÓMO DEBEN CLASIFICARSE LOS OBJETOS LLAMADOS PREHISTÓRICOS Y PROTOHISTÓRICOS?

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN GARCÍA

Publicada en octubre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 15

¿CÓMO DEBEN CLASIFICARSE LOS OBJETOS LLAMADOS PREHISTÓRICOS Y PROTOHISTÓRICOS?

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN GARCÍA

Publicada en octubre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

¿CÓMO DEBEN CLASIFICARSE

LOS OBJETOS LLAMADOS PREHISTÓRICOS Y PROTOHISTÓRICOS?

Trabajo leído por el académico numerario

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN GARCÍA

en la sesión del 28 de febrero de 1905

SEÑORES:

Hay en mi sección, una subcomisión, denominada de *Arqueología y Prehistoria*, que está sin funcionar por no pertenecer á ella ninguno de los señores académicos. Creyendo que esta Real Academia debe ocuparse de todos los asuntos pertinentes á sus secciones, nos parece que perteneciendo á la Real Academia de la Historia, como Correspondiente, y siendo uno de los pocos que en España nos hemos dedicado al estudio de los primeros pueblos de la humanidad, debía ocuparme de protohistoria. El tema escogido es interesante bajo el punto de vista de la clasificación, y es: ¿Cómo deben clasificarse los objetos llamados protohistóricos ó prehistóricos?

Llámanse *épocas protohistóricas* á las primeras épocas de la Humanidad; y puede darse el nombre de *época prehistórica* de una región del globo, á la época anterior á la historia de aquel país. La época paleolítica es la primera época protohistórica del género humano; la época prehistórica de la península ibérica, es la época anterior á la primera de que se ocupa la historia particular de lo que hoy es España.

La protohistoria ha sido mal dividida, mal clasificadas sus épocas, y por lo tanto, creemos que algunos objetos, por no decir muchos, que se cree pertenecen á una época dada, no son de aquel tiempo. Esta defectuosa división se debe á que desde el principio se la tomó como un arma de combate para atacar al *Pentateuco*, poniendo los jalones, para construir después el camino que conduce del hombre civilizado al mono, con el intermedio primero del hombre salvaje embrutecido, según se dice, de la época paleolítica, después del hombre terciario y por fin del *hombre-mono*, ideal llamado *antropopiteco*. Vinieron como era natural los defensores del Pentatéuco, y de las discusiones que se han entablado ha resultado que las cosas se han puesto en el verdadero terreno científico, y hoy se discuten estos asuntos con calma y con numerosos datos; arsenal que no tuvieron los primeros que se ocuparon de aquellas lejanas épocas, y de aquí la serie de disparates que entonces se dijeron. No es de extrañar, pues, que la clasificación adoptada entonces fuera tan imperfecta.

Se supuso que el hombre estuvo durante largo tiempo en estado de naturaleza, errando por los bosques como las fieras, pareciéndose á éstas en las costumbres y modo de vida, y con una inteligencia poco superior á la del mono. Durante esta larga época de innumerables siglos, se sirvió de la piedra simplemente cascada: empleaba armas de piedra para cazar los animales que debían servirle de sustento y para defenderse; asimismo se servía de varios objetos de piedra para los demás usos de la vida, no valiéndose de otros porque la rudeza de su inteligencia no le permitía hacer obras más perfectas. A medida que fué desarrollándose lentamente la inteligencia del hombre, decían aquellos señores, logró fabricar algunos toscos utensilios de pedernal bruto, ligeramente labrado, dando origen con esto á la época de la piedra tallada ó paleolítica. Perfeccionándose llegó á labrar la piedra, obteniendo en la época de la piedra pulimentada ó neolítica, las hachas pulimentadas, la cerámica, etc. Posteriormente llegó á conocer el cobre, luego el bronce y por último el hierro, y hasta que por fin pudo establecerse y formar grandes agrupaciones, ricas en civilización é industria, dando principio á la verdadera historia.

No me ocuparé en refutar lo dicho por aquellos señores, de que los pueblos paleolíticos eran pueblos embrutecidos ó salvajes, porque no es este el objeto de mi trabajo; no obstante diré, para defender á nuestros antepasados, que si los autores de esta clasificación hubiesen tenido buena fé en sus trabajos y los conocimientos de hoy, no hubieran hecho esta división, ni dicho semejantes inexactitudes, pues la existencia de grandes talleres para el corte de la piedra en la época paleolítica, nos demuestra que vivían en sociedad, y por lo tanto, la existencia de cierta organización social; los *bastones de mando* pertenecientes á aquella época nos prueba que había cierta gerarquía, cierto orden social; las costumbres de la inhumación, del descarnamiento y de la trepanación demuestran que aquellos pueblos tenían ideas religiosas; los notables dibujos y esculturas encontrados en varios sitios nos dicen que un pueblo que tiene artistas no es salvaje; los que domestican animales nos prueban costubres sociables, y hasta parece, según el marqués de Nadaillac, que los paleolíticos tuvieron escritura. Debió existir, como existen en la actualidad, pueblos civilizados y pueblos salvajes.

Nunca debe tomarse por regla única que la antigüedad de un pueblo se manifiesta por el atraso de su civilización material. Como demostración, citarémos uno de los muchos ejemplos ó casos que pueden comprobarse, y es el siguiente:

En las excavaciones que hizo practicar el Dr. Schlieman en las ruínas de lo que él creía era Troya, hasta una profundidad de 16 metros, halló cinco capas superpuestas que encerraban cinco diferentes civilizaciones, las cuales debieron sucederse en aquel suelo histórico. La capa más profunda contenía algunos cuchillos y diversos utensilios de silex, *de bronce*, *de oro* y *de plata* bien labrados; la capa que descansaba sobre ésta, ó sea la cuarta, ocultaba excesiva abundancia de objetos de silex; las tres superiores marcan la impresión de civilizacio-

nes todavía más imperfectas ó atrasadas. Aquí, como dice muy bien Castelein, la ley del progreso se ha verificado al revés (1).

Los pueblos no han ido civilizándose materialmente por etapas y sucesivamente todos al mismo tiempo, sino que, por lo contrario, nos dice la historia que mientras unos avanzan, otros se detienen y algunos retrasan.

Como uno de los ejemplos de retroceso citaremos á Méjico. «Allí se han encontrado restos de antiquísimas ciudades como la de Palenque, donde se descubren trabajos colosales, hechos de manera que cuando menos exigían utensilios de bronce, y sin embargo, los indígenas de aquellas regiones habían perdido el uso de todo instrumento metálico en la época de la conquista y únicamente utilizaban á manera de espada un trozo de hueso atado con fuertes ligamentos á dos pedazos de madera» (2).

Si á todo esto se añade que la ciencia nos va descubriendo que el hombre ha debido servirse desde los primeros siglos, de varios metales, y regularmente el bronce se obtuvo antes que el cobre, cae por tierra la antigua clasificación prehistórica, y por lo tanto, es muy difícil en algunos objetos fijar á que época pertenecen.

Para clasificar un objeto ó instrumento, hay que acudir cuando sea posible, á la geología y á la paleontología, únicas que pueden fijarnos con alguna aproximación si es ó no muy antiguo. Por lo tanto, la protohistoria debe dividirse en tantas épocas como capas geológicas con restos humanos contiene la corteza del globo.

Examinemos por partes el valor de la antigua clasificación prehistórica.

I.—La edad de piedra.

¿Qué se quiere expresar cuando se dice que un objeto es de la edad de piedra? ¿Se propone decirnos que pertenece á la época en que la humanidad empleaba objetos é instrumentos de piedra pero no de metal? ¿Se trata, dando este nombre, de clasificar un objeto como perteneciente á los primeros pueblos de la tierra? Así parece, pero en algunos casos, por no decir en muchos, está en un error. Ni la edad de piedra es una de las edades de la historia del hombre, ni un objeto ó instrumento de piedra, por serlo, pertenece á los primeros pueblos. Demostrémolo.

La edad de piedra ha existido siempre y existe aún.

Los mincopias ó habitantes de las islas de Andamón que han sido descritos por el Dr. Monatt, Sir E. Belcher y el profesor Ower, son considerados como si ocuparan el eslabón más bajo de la civilización humana. Según M. Man, sus útiles de piedra, son fragmentos encontrados al azar y que no han sido cortados deliberadamente bajo un modelo; no usan cerámica, emplean trozos de bambú ó con-

---

(1) Véase G. Hanotaux.—*Les villes retrouvées*, p. 187 á 191.

(2) P. Secchi.—*Fisica terrestre*, p. 180.

chas para contener líquidos (1). Los *mghavi*, tribu del río Colorado (California), en 1854 aún no poseían ningún metal; los habitantes de las orillas de Shingu; los *oyacoulets* de la Guayana francesa (2) y otros, están aún en la edad de piedra.

Los objetos de piedra se han empleado en todos los tiempos. Los esquimales emplean, según M. Lubbok (2), puntas de lanza y de flecha de piedra sin pulir. Los *palikares albanais* quitan la carne del omoplato de un carnero por medio del silex afilado, para buscar en sus fibras los secretos del porvenir; y cuando el dios Gimawong visita su templo de Labode en la costa occidental del Africa, sus adoradores le ofrecen un toro que debe ser inmolado con un cuchillo de piedra (3). Los *guanches* de Tenerife se servían de láminas parecidas á las que usaban los *aztecas* para abrir el cuerpo de sus jefes después de muertos. Hace poco tiempo, dice el Marqués de Nadaillac, que los caldereros irlandeses aún empleaban martillos de piedra (4).

Si recorremos los últimos siglos, veremos muchos pueblos que los usaban. Los *aztecas*, al otro lado del Atlántico, empleaban láminas de obsidiana para los sacrificios, donde en número de algunos centenares de víctimas humanas sucumbían miserablemente (5). Los japoneses han continuado sirviéndose de armas y útiles de piedra hasta el siglo IX ó X de nuestra era (6). En el siglo XVI vemos en Canarias una raza probablemente de origen africano, cortar ó extraer de la piedra, hachas, cuchillos y armar sus azagayas con puntas de cuerno. Al parecer en Francia en tiempo de los Merovingios se empleaban las armas de piedra. Los ingleses se sirvieron de armas de piedra en la batalla de Hastengs en 1066 y los escoceses de Vallace llevaban armas parecidas en 1298 (7).

Si acudimos á lá historia antigua veremos que el Egipto, á pesar de conocer los metales en la época de sus primeras dinastías (8), empleaban objetos de piedra. Herodoto, al relatar las operaciones de embalsamar, dice: «Abiertos después los ijares *con piedra de Etiopia aguda y cortante*, sacan por ellos los intestinos» (9). Las escenas grabadas en los monumentos egipcios que datan del antiguo imperio, muestran el empleo de las armas de piedra; su uso se conservó en tiempo de los Lagidas y hasta la dominación romana (10).

M. Georges Perrot, dicen MM. François Lenormant y Hamy, han recogi-

---

(1) I. Lubbok.—*L' homme préhistorique*, p. 113 y 114.—Paris, 1885.
(2) Ibid.
(3) I. Lubbock.—*L' homme préhistorique*, p. 175.—Paris, 1885.
(4 y 5) Marqués de Nadaillac.—*Les premiers hommes*. Tomo 1.°, págs. 13 y 18.
(6) Marqués de Nadaillac.—*Mœurs et monuments des peuples préhistoriques*, p. 18.
(7) Marqués de Nadaillac.—*Les premiers hommes*, p. 18.
(8) P. Secchi.—*Física terrestre*, p. 181.
(9) Herodoto.—*Los nueve libros de la Historia*. Lib. II, LXXXVI.
(10) Georges Perrot.—*L' Art dans l' antiquité*. T. 1.°, p. 829, y Herodoto, II, LXXXVI.
(11) Marqués de Nadaillac.—*Mœurs et monuments des peuples préhistoriques*, p. 18

do en Egipto silex tallados y pulidos, sin que digan estos señores á que época pertenecían, pero á continuación refieren que M. Mariette llevó una colección á la Exposición Universal de 1878, de la cual hace notar este último que algunos de estos silex, los que se han cogido al aire libre, no difieren en nada de los que se han encontrado en el interior de los sepulcros de las momias» (1). En Egipto, dice M. Lenormant, se ve el empleo frecuente de ciertos útiles de piedra, á menudo extremadamente groseros, al lado del de los metales, durante los siglos más florecientes de su civilización, y hasta una fecha muy cercana á nosotros. Con objetos de piedra se explotaban las minas de cobre de la península del Sinaí, como lo han probado las observaciones de M. J. Keast Lord; con los mismos útiles trabajaban en las canteras de granito de Siena como, he podido comprobarlo con mis propios ojos; y M. Mariette ha reconocido montones de restos análogos, echados cuando eran impropios para el trabajo, cerca de todas las grandes excavaciones del Egipto que habían servido para abrirlas. Respecto á las flechas con cabeza de silex, se encuentran frecuentemente en las tumbas de Egipto (2) y las puntas abundan en los antiguos acantonamientos de las tropas egipcias en Sinaí. La Siria ofrece también numerosos ejemplos de armas y útiles de piedra, hasta de una ejecución rudimentaria, pertenecientes evidentemente á las edades plenamente históricas, en donde los metales eran de uso general, pero con la particularidad que entran todos en el tipo del cuchillo y de la punta de flecha» (3).

Otros pueblos han usado útiles ó armas de piedra. Los israelitas empleaban cuchillos de piedra para la circuncisión. Herodoto señala en el ejército de los persas que invadieron la Grecia, la presencia de contingentes de ciertas tribus africanas que combatían con flecha de punta de piedra; el mismo hecho ha sido observado en varias localidades de Francia, principalmente en el Campo de César, cerca de Perigucux. Los sacerdotes de Cibeles se mutilaban con piedras talladas en recuerdo de la mutilación de Artys. En Roma se consagraba la hacha de piedra á Júpiter. La tialis y los tratados solemnes se ratificaban después de un sacrificio, en el cual era degollado un cerdo con un silex cortante, costumbre que, según Virgilio, habían transmitido los esquicoles á los antiguos romanos (4). Según el Marqués de Nadaillac los Sármatas principiaron á conocer los metales algunos años antes de nuestra era (5).

M. Georges Perrot, á pesar de ser de los alucinados en prehistoria, confiesa al ocuparse de la metalurgia de la Caldea, que en época remota, en la de las

---

(1) Mariette.—*De la galerie de l' Égipte ancienne à l' exposition retrospective du Trocadéro*, 1878 págs. 111 y 112.—Welkinson.—*The manners and customs*, t. II, p. 261.

(2) En la obra de M. E. Cartailhac, *La France Préhistorique*, en la p. 5, se representa un silex tallado que probablemente ha servido de cuchillo á los embalsamadores egipcios.

(3) M. François Lenormant.—*Histoire ancienne de l' Orient*, t. 1.º, p. 179 y 180.

(4) Marqués de Nadaillac.—*Mœurs et monuments des peuples préhistoriques*, p. 14.
Marqués de Nadaillac.—*Les premiers hommes*, p. 18.

más antiguas sepulturas de Warka y de Monghier, la metalurgía caldea estaba ya muy avanzada, encontrándose junto á los útiles y armas de piedra, el cobre, el bronce, el plomo, el hierro y el oro (1).

En Tirynte, en la primera y más antigua colonia prehistórica que pobló aquel sitio, se hallan pruebas de haber existido el bronce junto con los útiles de piedra. M. Henri Schliemann, en su obra Tirynte, nos dice en la pág. 11: «A pesar de no haber encontrado ningún objeto metálico que puede con certeza creerse pertenezca á la colonia más antigua de Tirynte, no tengo ninguna razón para creer que el bronce y el cobre fuesen entonces desconocidos; bien al contrario, no puede creerse que los hermosos moledores pulidos y otros objetos de piedra muy dura, hayan podido ser fabricados sin útiles de bronce».

Veamos ahora lo defectuosa que es la división de la edad de piedra, en paleolítica y neolítica, y lo muy difícil que es la clasificación de un objeto ó instrumento de piedra.

«Mr. Piette que ha estudiado, según dice el Marqués de Nadaillac, con gran cuidado todo lo que se refiere á la industria de la piedra, nos dice que, de siete tipos de flechas *solutréennes*, hay seis que se encuentran en el periodo neolítico; cinco tipos de javelina tienen sus similares en la edad de piedra pulida; tres tipos de lanza han sido hallados en los dólmenes del Aveyron y de la Lozère y en la gruta de Durfort. Las armas neolíticas derivadas del tipo de Moustier no son numerosas, pero como son menos hermosas y de una factura más descuidada, no se han reproducido tan á menudo; la *tête de piqué* de la Magdalena existe asimismo entre los pueblos neolíticos; y en fin, estos pueblos han hecho uso de diez y siete especies de puntas de lanzas y de flechas copiadas del armamento de los pueblos paleolíticos. Crearon solamente siete nuevas formas salidas de antiguos tipos y nacidas de perfeccionamientos sucesivos, pudiéndose seguir los diferentes ensayos, indicio irrefragable de su origen. M. Piette compara enseguida las herramientas y los utensilios, pasa revista á los cuchillos, á los punzones, á los rascadores, á los raspadores y á las sierras; pero aquí la comparación es menos fácil, pues que un cuchillo, dice M. Cartailhac, es siempre un cuchillo; un punzón es siempre un punzón: todas las épocas los han conocido.

»Harémos la misma observación para los raspadores y rascadores. Los de la gruta de Durfort ó del dólmen de Grailhe, el raspador oval del campo de Chissey, ya se veían en los tiempos paleolíticos. Las formas de los instrumentos usuales no fueron modificadas de una época á la otra, y creemos como M. Tylor, que la comparación de sus diversos tipos no permite establecer una separación entre los primeros habitantes de la tierra y nuestras razas actuales. En el silex simplemente astillado no se vén sino útiles rudos; pero su série progresiva llega, sin interrupción, hasta las magníficas muestras que nos proporcionan Méjico ó la Escandinavia.

---

(1) Georges Perrot.—*Histoire de l' Art dans l' antiquité*, t. 2.º. p. 718.

»La misma observación puede aplicarse á los adornos-conchas de todas clases; perlas de ocre, de esteatita y de *jayet*. Los que hemos visto de la época paleolítica, se encuentran en la época neolítica y el sentimiento de las artes parece haberse debilitado entre estas nuevas poblaciones; no vemos los grabados, las esculturas en hueco ó en hendidura que hemos encontrado entre los troglodítas, los vasos, los adornos y algunas veces las herramientas llevan las líneas geométricas, unas veces rectas, otras quebradas, otras curvas, y otras festoneadas de picos que se han reconocido en épocas anteriores, en los objetos encontrados en la gruta de la Magdalena, por ejemplo, ó bien aún en la de Gourdan» (1).

De todo esto se deduce que, al encontrar un objeto aislado de piedra astillada ó sin pulir, será muchas veces imposible clasificarlo, porque fueron comunes muchos objetos en las épocas paleolíticas y neolíticas, y algunos también se empleaban en los pueblos de épocas muy posteriores. En este caso hay que poner época dudosa.

Cuando van mezclados con los de una época conocida, podrán clasificarse como de esta época. Hay que examinar, al recoger un cuerpo que se halla en un terreno, si ha habido remociones, pues en este caso habrá que tenerlo presente.

Con lo que acabo de exponer, se ve bien lo difícil que es en muchos casos determinar si un cuerpo ó instrumento de piedra pertenece á los primeros pueblos de la humanidad, y cuán falsa es la pretendida edad de piedra.

II.—Los primeros pueblos protohistóricos pudieron conocer y poseer objetos de cobre y de hierro, además de los de oro y plata.

El hombre emplea generalmente para satisfacer sus necesidades, lo que conoce, lo que le es más útil, y de ésto lo que tiene más á mano, ó le es más fácil adquirir.

De aquí el porque los primeros hombres ó sean los pueblos que conocemos con el nombre de paleolíticos, echasen mano para cubrir ó satisfacer sus necesidades, de los cuerpos qne había en la naturaleza, con los cuales, dándoles forma adecuada, construyeron sus utensilios, vestidos, objetos de adorno, etc. Las pieles debieron servirles de abrigo, la piedra, el hueso, la madera y la tierra, debió ser la primera materia más empleada, como así nos lo confirman las estaciones paleolíticas.

Todo lo que llamaba su atención y encontraban tener aplicación, debieron emplearlo, así es que vemos en la época paleolítica, utilizarse muchos cuerpos que hay esparcidos por la naturaleza; en primer lugar citaremos los colgantes de *liñito* de Talyngen, y después los fragmentos de *esteatita* descubiertos por M. Piette en Gourdan, tallados en ornamentos angulares y agujereados con

(1) Marqués de Nadaillac.—*Les premiers hommes*, t. I, p. 221.

dos orificios evidentemente destinados á la suspensión, y además granos de *azabache* para collar. MM. Bourgeois y Delaunay, citan de Villehonneur perlas de *caliza cristalina*, de *pizarra gris* y de lignito. En la estación de Ménieux (término de Eden, Charente), han recogido balas hechas de *caliza*, cuidadosamente labradas, que varían de 3 á 6 centímetros de diámetro, con sílices que presentaban los tipos conocidos con los nombres de *mousteriense* y *solutriense*.

Asimismo empleaban los pueblos paleolíticos varios minerales que son cuerpos colorantes. M. Peccadeau, de Lisle, ha encontrado fragmentos de *sanguinea* en Montastruch; el Rdo. Maillard, piedras de *oligisto rojo* en la Mayenne; M. Cazalis, de Fondouce, una concha que contenía aún un poco de *polvo rojo* muy fino, en la gruta de Salpêtrière; MM. Lartet y Christy, han hecho los mismos descubrimientos en las cavernas de la Dordogne; M. Dupont, en el agujero de Chaloux en Bélgica; M. de Ferry, en Solutré; M. Piette, en Gourdan; M. Revière, en Boussé-Roussé; y MM. Bourgeois y Delaunay, han encontrado no solamente en Villehonneur un pedazo de *sanguínea* del grueso de una pequeña nuez, si que también un pequeño canto de forma oval destinado á la trituración, pues las pequeñas cavidades de la superficie presentaban en el momento del descubrimiento vestigios de materias colorantes. En Chatelperron, se han recogido fragmentos de *manganeso;* en Cueva de Roca, de Valencia, trozos de *cinabrio;* y en diversas estaciones de los Pirineos, y principalmente en la de Aurensan, cerca de Bañeras de Bigorra, *ocre* ó *limonita*; en Salutré, se han encontrado fragmentos de *ocre*, *grafito, limonita* y *manganeso hidratado*, rascados con un silex, del cual aún pueden observarse las estrias. M. Schaafhausen, hace poco ha descubierto en una caverna de Westphalia una piedra plana que tenía una cavidad natural en la cual estaba conservado el *ocre* de color amarillo obscuro. Los mismos descubrimientos se hacen en Inglaterra. En Castern (Staffordshire), se ha recogido un fragmento de *ocre* que testifica por su desgaste un largo servicio; en Cantyre (Arglyleshire) un pedazo de *hematita roja* traída sin duda del Westmoreland ó del Lancashire; en la caverna de Kent, *peróxido de manganeso* y en un túmulo cerca de Honiton, *nódulos de ocre.*

Hemos hecho esta relación para venir á deducir que si los primeros pueblos emplearon tantos minerales ¿acaso con más razón, no debieron recoger las pepitas de oro, y además la plata, el hierro y el cobre, en estado nativo, los cuales les proporcionaban un cuerpo maleable capaz de tomar formas varias con el martillo?

M. Delom, en su obra *Le cuivre et le bronze*, p. 61, dice que el cobre nativo, atendido á que se diferencia mucho de las otras piedras, ya por sus propiedades particulares, como por ser maleable y blando y por su color brillante, debió atraer la atención de sus observadores para la construcción de sus útiles. Metales nativos había algunos en gran cantidad.

¿Qué diremos del oro?

Basta fijarnos en los millones á que ascienden las monedas de oro que existen

en las diferentes naciones del globo, y en el número inmenso de objetos de oro que hay en forma de objetos varios en todas las regiones, para hacerse cargo de la gran cantidad de oro nativo que ha existido en ambos continentes. Este oro, ya sabeis que se le encuentra en la naturaleza en estado de gránulos ó laminar, y en pepitas ó pajitas, llegando á pesar estas pepitas hasta algunos kilos. Hállase el oro nativo en filones que atraviesan los terrenos primitivos, teniendo por ganga el cuarzo. No se le encuentra solamente en California, en el Brasil y en la India en ricos yacimientos, si que también en otros sitios.

Si bien la plata nativa no tiene la importancia del oro, se han hallado masas amorfas que pesaban un kilo, y se citan dos en las minas de Kongsberg (Noruega), de algunos quintales. Preséntase en cristales cúbicos ú octaedros, en filamentos, algunas veces en placas más ó menos extensas, y en fin, en pedazos macizos.

El hierro nativo es raro en la actualidad, pero debió encontrarse en grandes cantidades cuando apareció el hombre sobre la tierra. Me refiero al hierro-aereolito, que se había acumulado durante largo tiempo en la superficie de la tierra. Prueba que el hombre ha explotado mucho hierro meteórico, es el que hoy se halle en gran abundancia en las regiones casi desiertas. Tanto es así, que la región vecina al Polo-Norte, es rica en hierro meteórico. El Dr. Nordenskiöld ha encontrado masas enormes que alcanzan el peso de 20.000 kilogramos y contienen el 85 por 100 de hierro, 2 de nikel y 10 de carbono y materias volátiles.

El cobre nativo es metal muy abundante, y si bien en algunos sitios no se halla en cantidad suficiente para poderlo tratar aparte, se le mezcla con el mineral de cobre objeto de la explotación. Encuéntrase principalmente en Chile, en las minas de Cornvalles en Inglaterra; en los magníficos yacimientos del Ural, en el Hartz, en los islotes de Sheeland y de las Feroë, al N. de Escocia, en Chessy cerca de Lyon, y sobre todo en los magníficos depósitos del Lago superior. Al Sur del Lago en Cliff, el yacimiento presenta venas anchas de 50 á 60 centímetros ó más. Allí el cobre nativo se encuentra también en masas irregulares, en bloques enclavados, á veces enormes; algunos alcanzan *10* y aún *20* toneladas; de manera que la dificultad está en dividir la masa metálica en trozos á propósito para poderla hacer pasar por las galerías de las minas. Pero esto es nada todavía, pues que en 1856 se concluyó la extracción por fragmentos de una masa de cobre que ha proporcionado más de 500 toneladas de metal.

Nos hemos detenido en reseñar estos metales nativos, para que se vea que han existido en abundancia relativa, y por lo tanto, han podido ser conocidos en los diferentes puntos del globo por los pueblos paleolíticos.

Pero se nos dirá: ¿Cómo podían explotar este cobre incrustado en la roca, los pueblos de la edad de piedra con útiles tan sencillos como los de que podían disponer? Contestarémos con un fragmento de la obra *Le cuivre et le bronze* de M. Delom. Dice así: «Cuando los anglo-americanos descubrieron los ricos yacimientos del Lago Superior, sus primeras excavaciones pusieron al descubierto los anti-

guos trabajos practicados allí, los cuales en algunos puntos se remontaban á una época muy antigua. En ciertos sitios había llenado los huecos un espesor considerable de tierra vegetal, y sobre esta tierra, lentamente apisonada, habían crecido y luego muerto algunas generaciones sucesivas de árboles centenarios, dejando superpuestos sus restos para dar testimonio del largo tiempo empleado en aquellas acumulaciones. En otras excavaciones pasaba lo contrario; eran del todo recientes. Estos huecos tenían mucha superficie, pero la explotación llegaba á poca profundidad, variable de 3 á 12 metros, según los lugares, sin duda hasta que las aguas, que no sabían agotar, venían á poner un obstáculo á los trabajadores. A pesar de esto la cantidad de metal extraído debió ser considerable.

»Cada año en la estación propicia, iban numerosas tribus indias á extraer el precioso metal de las entrañas de la roca. ¡Rudo trabajo! Esos pobres mineros tenían por única herramienta martillos de piedra, absolutamente idénticos á los que se han descubierto en España en las minas cuya explotación se remonta á las primeras edades.

»El cobre, ya lo hemos dicho, existe en aquella localidad en estado nativo, se presenta en granos, en pequeños núcleos y en bloques de todas dimensiones, incrustados en una roca muy dura. Para desprender estos núcleos metálicos, era preciso romper y separar por fragmentos esta roca.

»El minero indio, lo mismo sin duda que el trabajador de la edad de bronce europeo, sabía aprovecharse de la fuerza de desagregación del fuego. Al pié de la roca ó bloque que contenía el metal, y que se quería descantallar, se le ponía un fuego de faginas y ramas muertas; bajo la acción del calor, la piedra se rajaba y se desagregaba un poco. Además de emplear martillos de piedra, los obreros atacaban la roca con la punta endurecida al fuego de una palanca de madera, que introducían en las grietas, y que se esforzaban en menear, para desprender los fragmentos. En tales condiciones el trabajo era penoso, y á más poco productivo. Ignorando el arte de fundir el cobre, estos pobres indios no podían utilizar los fragmentos de metal arrancados; los pequeños núcleos debían encontrar raras aplicaciones; los ricos filones de estos gruesos bloques, tampoco debían emplearlos por imposibilidad; no tenían útiles cortantes y debían resignarse á dejarlos en su sitio. Sólo debían aprovechar los de medianas dimensiones, los cuales pagaban los esfuerzos y penalidades sobradas, dándole materia para un hacha ó un útil. Dábasele la forma por un martillado prolongado en frío; una piedra dura servía de yunque y otra de martillo.»

M. Jules Garnier cree que el hombre explotó los metales nativos antes que el mineral. En su notable obra *Le fer*, dice ocupándose de los primeros hombres que extrajeron el hierro del mineral: «Hay fundadas razones en creer que este descubrimiento fué no solamente posterior al del trabajo del metal nativo, como el oro, la plata, el cobre y hasta el mismo hierro, sino que aún más, que no tuvo lugar hasta después de los metales de explotación fácil, tales como son el zinc, el estaño, etc. Puede aún añadirse que si los metales nativos no hubiesen existido,

el hombre no hubiera extraído jamás el hierro de sus minerales, pues la metalurgia del hierro es tan compleja, que exige aparatos y métodos complicados; pero el trabajo del oro y la plata nativa habían enseñado el martillado, y el del cobre nativo la fusión. De esto al tratamiento de los ricos minerales de estos metales, sólo había un paso: y se generalizó el empleo de los aparatos sopladores, del tostado del mineral y de los fundentes.

»Cuando el hombre estuvo en posesión de todos los elementos para el trabajo del hierro, sólo tuvo que aplicarlos con discernimiento á la elaboración de los minerales, cuya elevada densidad había llamado su atención. Sin duda los primeros tanteos y pruebas fueron numerosos, pero por fin se obtuvo, y fué justo su orgullo, cuando el primer forjador de hierro, armado de un martillo de piedra ó de bronce, estiró sobre un yunque de granito la primera barra de hierro».

Hasta aquí habeis visto que es muy probable que los pueblos paleolíticos emplearan los objetos de metal junto con los de piedra. Veamos, aunque sea rápidamente, como esto tiene lugar en nuestros tiempos.

Hay en el globo varios países que se hallan en lo que llaman edad de piedra, y á pesar de que no saben extraer los metales del mineral, emplean el cobre, el oro y la plata, y es porque saben aprovechar los metales nativos.

Dice M. Garnier: «¿Acaso no tenemos la edad de piedra en toda la Oceanía y en una parte de América? Y á pesar de eso, el oro y el cobre nativo no faltan ni al habitante de la vasta Australia, ni al de la Nueva Caledonia. Los indígenas de América no han puesto su ciencia más allá de esta edad; conocieron y labraron la piedra-metal, pero nunca la fundieron; emplearon el cobre, el oro, la plata, sin otra elaboración que el forjado ó cincelado. El mismo hecho tiene lugar en la Oceanía, en las islas Salomón. Según la relación que nos hizo un marino digno de crédito, éste había visto á los indígenas de aquel archipiélago llevarle varias hachas de cobre nativo para ser cambiadas por hachas de hierro que se les ofrecía. Interrogados aquellos naturales, se supo que la mina de donde provenía el cobre estaba á poca distancia de la orilla. A pesar del peligro á que se exponía, quiso aquel marino asegurarse por sí mismo de la exactitud del hecho. Los indígenas consintieron en conducirle allí, y después de un pequeño recorrido por el interior, pudo ver una serie de bancos de cobre nativo de algunos centímetros de espesor, paralelos entre sí y separados por filones de una roca cuarzosa».

En varias regiones del globo explotan el hierro meteórico. ¿No pudieron explotarlo asimismo los primeros pueblos de la humanidad? La siderurgia más rudimentaria hallábase en los esquimales de Groenlandia antes de la introducción de los productos europeos, pues se servían, para fabricar armas y cuchillos, del hierro que constituye los aereolitos. Habían observado que estas piedras se rompían en escamas con el choque y sin otra preparación servían éstas para sus flechas.

Pallas ha dicho que los miserables habitantes de las estepas de la Siberia, sacaban láminas de los hierros meteóricos, y los martillaban para obtener instru-

mentos de trabajo. En Laponia se ha hecho constar lo mismo. En Africa se ha visto á los moros de cerca del Senegal, forjar una masa meteórica cuyo metal era maleable.

III.—El bronce pudo obtenerse antes que el cobre. ¿Colocarémos la edad del bronce antes que la del cobre?

Para obtener el bronce no fué necesario valerse de los metales cobre y estaño; pudo lograrse directamente de los minerales. Este último procedimiento es más fácil, y es posible, si recordamos que por espacio de siglos el latón, es decir, la aleación de cobre y zinc, se ha fabricando empleando cobre y mineral de zinc y sin que se conociese el metal zinc. El mineral de estaño (el óxido) no se parece á las rocas ordinarias, llama la atención por su color negro y por su gran densidad.

«Nuestros antiguos fundidores, dice M. Delom en su obra *Le cuivre et le bronze*, mezclaban el mineral de cobre (ó á veces el cobre en fragmentos) con el mineral de estaño; en las proporciones que la experiencia les había hecho adoptar; después se sujetaba esta mezcla á la acción del fuego, en medio de carbones incandescentes. Por una reacción que expondremos más adelante, los dos metales se reducían á la vez, se combinaban y se fundían juntamente; de manera que el producto que se recogía era la aleación de bronce que se había obtenido directamente. Procediendo así, la presencia del estaño facilita singularmente la fusión del cobre, que es el más rebelde á la acción del fuego».

Luego, empleando directamente los minerales de cobre y de estaño, no es necesario un horno de gran temperatura, como la que exige la metalurgia del cobre, ó lo que es lo mismo, bastaba un sencillo y pequeño horno hecho de piedras.

M. Delom continúa diciendo: «Se ha creído por espacio de mucho tiempo que desde el origen de su fabricación, el bronce se obtenía por medio de crisoles. Razones que sería inútil discutir aquí con toda la extensión necesaria, han conducido hace poco á otros observadores á emitir una opinión contraria: nosotros nos ponemos del lado de estos últimos. El bronce ha podido obtenerse directamente en pequeños hornos de construcción grosera, análogos á los que sirvieron á los primeros metalúrgicos para obtener el hierro: es decir, teniendo la forma general de los hornos llamados de cuba. Imaginaos una especie de torre de pequeñas dimensiones, redonda, de 1'22 á 2 metros de altura, formada de piedras duras, con mortero de arcilla. La cavidad interior, casi cilíndrica, es la que se llama cuba; el fondo de esta cuba, tapizada de una espesa capa de arcilla, debía para la comodidad del trabajo, encontrarse un poco más elevado del nivel del suelo que la rodeaba. A muy poca distancia del fondo de la cuba, algunas aberturas formadas en la mampostería grosera que constituía las paredes del horno, permitían al aire introducirse en el mismo para la combustión del combustible. Este fué sin duda, primero de ramas secas rotas á pedazos, y después de carbón de madera

más ó menos irregularmente carbonizada por un principio de combustión, en montón ó pila. En la cavidad del horno lleno de carbón incandescente, que era de buena altura, se producía un tiraje muy vivo; el aire absorbido por las aberturas de la parte baja del horno, avivaba la llama. Entonces bastaba echar alternativamente por la boca del horno cargas de combustible y cestas de minerales de cobre y de estaño triturados hasta el tamaño de arena gruesa, y mezclados antes en proporción conveniente. Al llegar estos minerales á la masa ardiente, y sobre todo cerca de las aberturas por donde entraba el aire, que es en donde el calor es más vivo ó intenso, los dos minerales se descomponían; los dos metales se fundían juntos, se aleaban, y la aleación líquida caía al fondo de la cuba en donde se reunía, manteniéndose fundida. Para extraerla, bastaba practicar con una herramienta puntiaguda en la arcilla medio calcinada una ranura en pequeño canal, por donde el metal líquido salía formando un pequeño reguero de metal ardiente. Entonces se podía recibir el chorro en la abertura de los moldes que se habían puesto cerca del horno, ó recogerlo en un vaso de tierra, de donde, con auxilio de una cuchara de largo mango se le echaba á los moldes. Es cierto que procediendo de esta manera una parte del metal desaparecía entre las cenizas y entre las pérdidas de todas clases: pero ¿quién no sabe que esto es inevitable en las industrias durante su infancia?».

Vemos, pues, que pudo obtenerse el bronce antes de haberse obtenido los metales de cobre y estaño, y por lo tanto no tiene razón de ser, la colocación de una edad de cobre intermedia entre el bronce y la piedra.

Que el bronce se conoce desde los primeros pueblos, bastará decir que no hace muchos años que se encontraron en Siberia, en las orillas del Jenessei, puñales, hachas, cuchillos, un par de tijeras y un freno de brida de bronce. Todos estos instrumentos, de un trabajo elegante, dice el Marqués de Nadaillac, gran autoridad en estas materias, indican una civilización más avanzada que la representada por los palafitos ó por los monumentos megalíticos. Varios de estos objetos llevan por adornos figuras de animales, entre los cuales es fácil reconocer el mamut, que vivía al parecer en tiempo del fundidor. Perteneciendo el mamut á la época cuaternaria antigua, tenemos que los primeros pueblos debieron poseer objetos de bronce, y por lo tanto obtenían el bronce.

IV.—¿Cuándo diremos que un objeto es de los primeros pueblos de la tierra?

En general lo será, cuando se halle en una de las capas de terreno de la época cuaternaria antigua, y como ésta se divide en la Europa occidental en tres, si se halla en la inferior será más antiguo que si se hallase en la segunda y menos si se hallase en la superior. Como se ve, esta clasificación puede variar algo según la región del globo y en todos los casos es preciso que en el terreno que contiene el objeto no haya ninguna señal de haberse removido ó que haya podido penetrar allí por una causa cualquiera.

También lo será si lo encontramos en una misma capa de terreno ó caverna junto á varios objetos, con restos de animales pertenecientes á la época cuaternaria antigua, siempre que no se noten removimientos de tierras.

Asimismo podremos clasificar como pertenecientes á los primeros pueblos de la humanidad, á los objetos que se hallen en un terreno ó caverna que en alguno de ellos estén dibujados animales de la época cuaternaria antigua, pues mal podía el artista dibujar un mamut ó *Elephas primigenius*, si ya no existía, y por lo tanto si no los conocía ó no los había visto.

Si junto á restos de animales de la fauna cuaternaria ó á objetos que contengan grabada ó esculturada la imágen de estos animales, hay objetos de hierro, cobre ó bronce, podrán pertenecer estos objetos de metal á los primeros hombres, pero siempre habrá que fijarse en que ambos objetos y huesos no hayan podido mezclarse por remociones del terreno. Por fin, el análisis químico podrá decirnos si un objeto es de hierro meteórico; si es así y se halla en terrenos cuaternarios antiguos ó junto á restos de la fauna de estos terrenos, nos probará ser de los pueblos que se esparramaron por la tierra.

Por lo expuesto se ve bien, que para fijar la edad de un objeto antiquísimo protohistórico, no hay que atender al desarrollo material de la estación á que pertenezca el objeto, ni á la mayor ó menor perfección del labrado ó construcción de éste, pues la edad de piedra ha llegado hasta nuestros días y vemos en alguna estación llamada neolítica objetos menos acabados que otros de igual clase de la época paleolítica, y en ambas épocas iguales objetos. Siendo la corteza del globo un libro cuyas páginas son las diferentes capas de terreno que la forman, allí hay que leer la historia de la tierra, y en parte la de sus primitivos habitantes. Recordemos que una capa de terreno es mas antigua que la inmediata superior, y más moderna que la inmediata inferior; luego, un objeto que esté en una capa superior á la de otro objeto, será más moderno que éste.

No habiendo señales de remoción de terreno, hay que admitir, recurriendo sólo al sentido común, que los objetos que se hallan dentro de la corteza de la tierra son contemporáneos á la capa de tierra que los contiene.

Los que han clasificado como muy antiguo ó perteneciente á los primeros pueblos de la humanidad, un cráneo, un esqueleto ó un objeto cualquiera, por sólo el hecho de hallarse junto á una hacha de piedra ó á un cuchillo de silex, ó á otro objeto de construcción rudimentaria, lo han hecho sin fundamento. Un objeto de piedra, máxime si es un cuchillo ó un hacha, es difícil clasificarlo como de los pueblos primitivos de la tierra, y lo es como ya hemos dicho, porque en épocas posteriores también se ha usado.

Esta clasificación sin base sólida ha sido sin duda la causa de tantos errores. En protohistoria hay que ir con mucho cuidado, sabemos muy poca cosa, y por

lo tanto, hay que dar lo cierto como cierto y lo dudoso como dudoso; si así se hubiese hecho, conoceríamos mejor los primeros pueblos de la humanidad. Afortunadamente la protohistoria va encarrilándose, ya son muchos los que critican la clasificación basada en la mayor ó menor perfección de los objetos, y es de esperar que se podrá formar una buena clasificación cuando se conozcan bien las estaciones prehistóricas de todas las regiones del globo.

He dicho.

RECEIVED
16 JAN. 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 16

EL PLANETA JÚPITER

DURANTE LA OPOSICIÓN DE 1904-1905

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en octubre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 16

EL PLANETA JÚPITER

DURANTE LA OPOSICIÓN DE 1904-1905

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en octubre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

EL PLANETA JÚPITER

DURANTE LA OPOSICIÓN DE 1904-1905

por el Académico

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Sesión de 28 de abril de 1905

Siguiendo mi costumbre de años anteriores, hoy tengo otra vez el honor de exponer á esta Academia los resultados de mis observaciones sistemáticas de Júpiter efectuadas durante el transcurso de 1904 á 1905. El instrumento empleado ha sido el ecuatorial astro-fotográfico del Observatorio Fabra, de 38cm. de diámetro, con el cual, en algunas noches de excelentes imágenes, he podido emplear ventajosamente aumentos de 600 y 700 veces, lo que me ha permitido obtener algunos resultados que conceptúo sumamente notables.

El aspecto general del planeta no hubiera ofrecido muchos cambios con relación á la oposición anterior, si no hubiese disminuído extremadamente la anchura y la intensidad de la banda $+\alpha$, variación que tuvo efecto principalmente durante el mes de noviembre de 1904.

En el planisferio adjunto represento el aspecto dominante de los diferentes detalles de Júpiter durante esa última oposición. Por esta causa, aparece la banda $+\alpha$ sumamente estrecha y débil. La posición en este planisferio de las bandas ecuatoriales es resultado de determinaciones micrométricas.

Los variaciones de coloración y de detalle observadas respecto á años anteriores dependen en gran parte de la diferencia de potencia de los instrumentos empleados. No hay duda que por esta única razón las bandas $+\alpha$ y $-\alpha$ han ofrecido últimamente una coloración rojiza clara, parecida á la del ladrillo, coloración que jamás había observado tan acusada.

Por otra parte, la banda $-\alpha$, que siempre la había visto doble, esta vez me ha aparecido con mucha frecuencia y en muchas regiones, triple. Aparecencia que sin duda es efecto de la limpieza de las imágenes obtenida. Keeller, Barnard y otros astrónomos del Observatorio Lick ya la habían observado bajo este mismo aspecto, sirviéndose del gran ecuatorial de dicho establecimiento.

En cuanto á la coloración general de las bandas $-\beta$ y $+\beta$ de ambos casquetes polares, ha sido sensiblemente, y en términos generales, la misma que en la oposición anterior. (Véase mi Memoria del 27 de febrero de 1904).

Lo propio puedo añadir por lo que respecta á los detalles de los sistemas I y II, de los cuales, el primero, ha sido también tan escaso en detalles que no me ha sido posible calcular su rotación. En cambio, los del sistema II han sido numerosos. Es de toda evidencia que durante la oposición de 1904 á 1905 ha habido gran calma en todo el hemisferio boreal y gran actividad en el otro hemisferio.

Ha permanecido perfectamente visible la región gris de la zona — A, como en la oposición anterior. Cuando reanudé mis observaciones, á fines de junio de 1904, esta región gris estaba acabando de *salir de debajo de la Mancha Roja*. Mis observaciones últimas de este detalle joviano, efectuadas en admirables condiciones, confirman de la manera más absoluta lo que descubrí en aquel entonces, es decir, que dicha región pasa entre la Mancha roja y la superficie del planeta.

Más tarde, aun se veían pasar regiones grises y vaporosas de — A por debajo de la gran Mancha. Estos hechos, que son de suma importancia para nuestros conocimientos de Júpiter, deben considerarse como absolutamente comprobados. En otras palabras, debe admitirse qne la Mancha roja es un cuerpo flotante de la atmósfera de Júpiter y completamente separado de la superficie del planeta.

Debo añadir que en los momentos admirables de observación que he podido disfrutar, en que la imagen, muy agrandada, poseía la misma limpieza que el más fino grabado, pude convencerme de que su estructura, por lo menos hasta donde llega la potencia de un 14 pulgadas, es en gran parte granulosa y que también, sobre todo en las grandes bandas ecuatoriales, es fibrosa, como si éstas estuviesen compuestas por elementos atmosféricos alargados, de color rojizo y con tendencia á disponerse paralelos al ecuador de Júpiter.

He aquí las rotaciones que he obtenido para las manchas del sistema II. En todos estos cálculos he seguido el método indicado en otras comunicaciones anteriores sobre el mismo planeta Júpiter. Sólo recordaré que en mi método de cálculos figuran todas las observaciones efectuadas, excepto algunas dudosas ó de muy poco exactas. En fin, también haré observar que este año el cálculo de rotaciones ha sido algo más laborioso que en años anteriores, porque M. Crommelin, el eminente y digno sucesor de Mr. Marth, ha calculado para esta oposición las efemérides para cada cuatro días, lo que me ha obligado á un trabajo de interpolación más considerable.

DETALLES DEL SISTEMA II

Manchita brillante de — B_1

4 octubre.	323°.5
21 noviembre.	328 . 86 (?)

Punto negro de — γ

19 octubre.	56 . 8

Manchita blanca de — B

10 septiembre.	12 . 5

Manchita brillante de — B

4 octubre.	36 . 0
21 octubre.	29 . 6 (?)
26 octubre.	26 . 6

Rotación = $9^h\ 55^m\ 22^s.8$

Mancha blanca de — B

6 octubre.	261 . 2
11 octubre.	260 . 3

Rotación = $9^h\ 55^m\ 36^s.6$. Poco peso.

Manchita blanca de — B

21 octubre. . . . . 355 . 3

ZONA GRIS DE — A

Mancha blanca del principio

4 octubre. . . . . 304 . 2
6 octubre. . . . . 302 . 3
11 octubre. . . . . 301 . 3
9 noviembre. . . . . 280 . 5
21 noviembre. . . . . 281 . 5
6 diciembre . . . . . 275 . 5

Rotación = $9^h\ 55^m\ 19^s.8$.

Principio zona gris

10 septiembre . . . . 316 . 9
4 octubre. . . . . 311 . 4
6 octubre. . . . . 307 . 7
11 octubre. . . . . 307 . 4
9 noviembre. . . . . 282 . 3
21 noviembre. . . . . 285 . 1
6 diciembre . . . . . 278 . 5

Rotación = $9^h\ 55^m\ 17^s.8$.

Medio zona gris

27 junio. . . . . 356 . 2

Final zona gris

10 septiembre . . . . 356 . 8
21 octubre. . . . . 339 . 0
26 octubre. . . . . 335 . 2

Rotación = $9^h\ 55^m 21^s.8$.

Mancha blanca de — A

4 septiembre . . . . 200 . 8

Manchita blanca de — B

16 septiembre . . . . 232 . 7
6 octubre. . . . . 224 . 9

Punta izquierda de la M. R.

27 septiembre . . . . 9 . 8
21 octubre. . . . . 9 . 1
26 octubre. . . . . 8 . 5
21 noviembre. . . . . 11 . 0
16 diciembre . . . . . 11 . 2
2 febrero. . . . . 10 . 7
7 febrero. . . . . 13 . 9

Rotación = $9^h\ 55^m\ 41^s.7$.

Medio M. R.

2 julio. . . . . 92 . 2 (?)
27 septiembre . . . . 26 . 2
21 octubre. . . . . 27 . 2
26 octubre. . . . . 24 . 8
9 enero . . . . . 24 . 5
7 febrero. . . . . 27 . 8

Rotación = $9^h\ 55^m\ 40^s.6$.

Punta derecha M. R.

10 septiembre . . . . 36°.1
27 septiembre . . . . 37 . 1
4 octubre. . . . . 40 . 8
21 octubre. . . . . 39 . 4
4 noviembre. . . . . 42 . 5
9 enero . . . . . 43 . 9
5 febrero. . . . . 41 . 2
7 febrero. . . . . 39 . 9

Rotación = $9^h\ 55^m\ 42^s.8$.

Protuberancia obscura de — α'

21 octubre. . . . . 340 . 8

Manchita blanca de + A

11 octubre. . . . . 331 . 6

Manchita obscura de + γ

21 octubre. . . . . 1 . 3

Manchita obscura de + γ

21 octubre. . . . . 16 . 9

Manchita obscura de + γ		*Manchita múltiple obscura de* + γ	
21 octubre.	27 . 2	10 septiembre	358 . 0

La posición media de la punta oriental de la Mancha roja, en 1903, fué la siguiente:

24 septiembre 1903 : 46º 5 ,

posición que comparada con la media de 1904, que resulta ser:

3 noviembre 1904 : 40º 1 ,

da como rotación media durante un período que comprende 981 rotaciones

$9^h\ 55^m\ 39^s.99$,

que es sólo de 4 décimas de segundo mayor que la que encontré en el período de 1902-1903.

La Mancha roja ha permanecido bastante visible, manteniendo sensiblemente su mismo tamaño y forma. En ocasiones de espléndida imagen, he percibido en ella detalles conforme indica el planisferio adjunto, que corresponde, por lo que se refiere á la Mancha roja, al aspecto que ésta ofreció el 4 de octubre.

La rotación de la zona gris de — A tampoco difiere sensiblemente de la que ofreció durante la oposición pasada.

OBSERVACIONES SOBRE LOS SATÉLITES DE JÚPITER

Las hermosas noches que pude aprovechar durante el último otoño me han permitido efectuar con el gran ecuatorial observaciones de mucho interés respecto de los satélites I y III de Júpiter. Generalmente, he empleado el mayor aumento del ecuatorial, que es de 750 diámetros.

El satélite I ha sido, en este concepto, muy notable. Puede establecerse como regla general, según mis últimas observaciones, que Io es alargado, y no paralelamente al ecuador de Júpiter, sino formando con él un ángulo que pueda alcanzar hasta más de 30º. Este alargamiento es un aspecto característico del mismo. Conforme representa mi dibujo adjunto, sacado el 19 octubre de 1904, aparece en el centro del satélite una mancha obscura estrangulada, no perpendicular á las bandas de Júpiter, que abarca dos grandes regiones ovales muy brillantes.

Este alargamiento ha sido, por decirlo así, constante. Y sin recordarlo, al pasar revista á las publicaciones que poseo sobre Júpiter, ví con verdadera satisfacción que en 1891, Mr. Holden, director del Observatorio Lick, de San Francisco de California, anunciaba el descubrimiento de la forma oval del 1.er satélite de

Júpiter, descubrimiento que después fué puesto en duda por algunos astrónomos. Tengo el convencimiento de la forma elipsoidal del 1.er satélite de Júpiter, por cuanto no me equivoqué nunca en la identificación de este satélite, fundándome en su forma elipsoidal. El satélite elíptico fué siempre Io, sobre todo en épocas lejanas á la oposición de Júpiter, lo cual confirma que este alargamiento se ofrece en dirección aproximada al centro de Júpiter, hecho que no es más que una repetición de lo que ocurre con la Luna, cuyo diámetro prolongado se dirige hacia la Tierra. Creo que no hay que insistir sobre la gran importancia de tal observación, que nos pone de manifiesto, entre otras cosas, que dirige siempre la misma faz á Júpiter, como la Luna dirige siempre la misma á la Tierra. Podría atribuirse este efecto elíptico á la irradación de las dos regiones brillantes del satélite, pero me permitiré poner en duda tal hipótesis.

El satélite II no ha ofrecido nada digno de mención. Ha aparecido siempre circular y sin detalles.

El satélite III ha sido también siempre circular, pero en su disco relativamente grande, han sido visibles constantemente diferentes manchas, cuya máxima obscuridad ha coincidido con su paso por el m. c. del satélite. Los dibujos adjuntos representan diferentes aspectos del mismo. Los del día 19 de octubre, efectuados con imágenes soberbias, son muy interesantes porque, á la par que permiten distinguir varios detalles notables, nótase entre los dibujos de las $11^h\ 30^m$ y 12^h un sensible movimiento directo de rotación, asi como la disposición de los detalles en bandas y la apariencia de casquetes polares.

Este satélite, por lo tanto, es lícito suponer que no presenta siempre el mismo hemisferio al planeta, sino que está dotado de un relativamente rápido movimiento de rotación, por más que este resultado esté en contradicción por lo dicho por Mr. Douglass del Observatorio de Flagstaff, que le supone un período de rotación igual al de revolución alrededor de Júpiter.

El 4.° satélite no ha ofrecido ningún aspecto digno de especial mención. Su color ha sido siempre obscuro y azulado.

Por fin, debo hacer notar, que el I satélite eclipsó parcialmente su propia sombra el 19 de octubre.

Errata: Los signos de la plancha x′ y x″ deben substituirse por $-\alpha'$ y $-\alpha''$.

PRESENTED
16 JAN. 1900

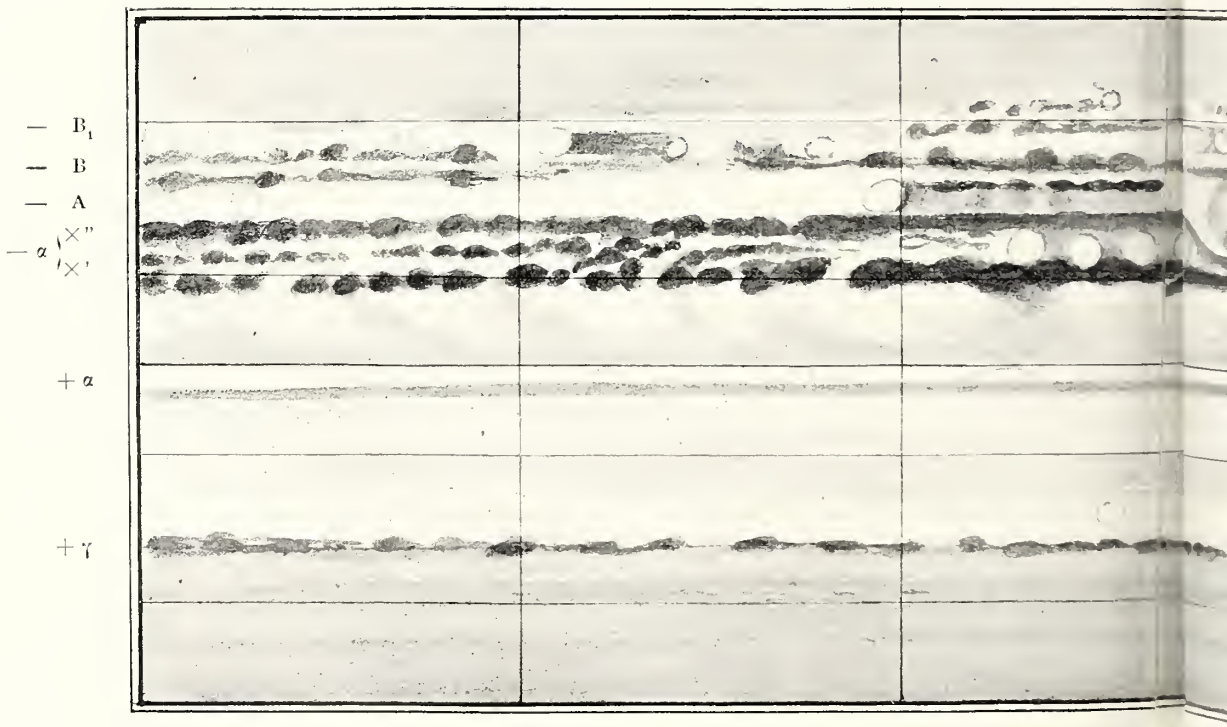
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

I SATÉLITE

19 OCTUBRE 1904

III SATÉLITE

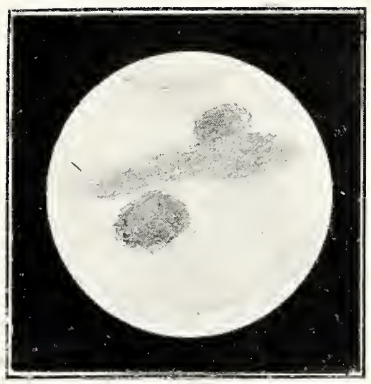
ASPECTO ORDINARIO



JOSÉ COMAS SOLÁ

PLANISFERIO DE ÚPI

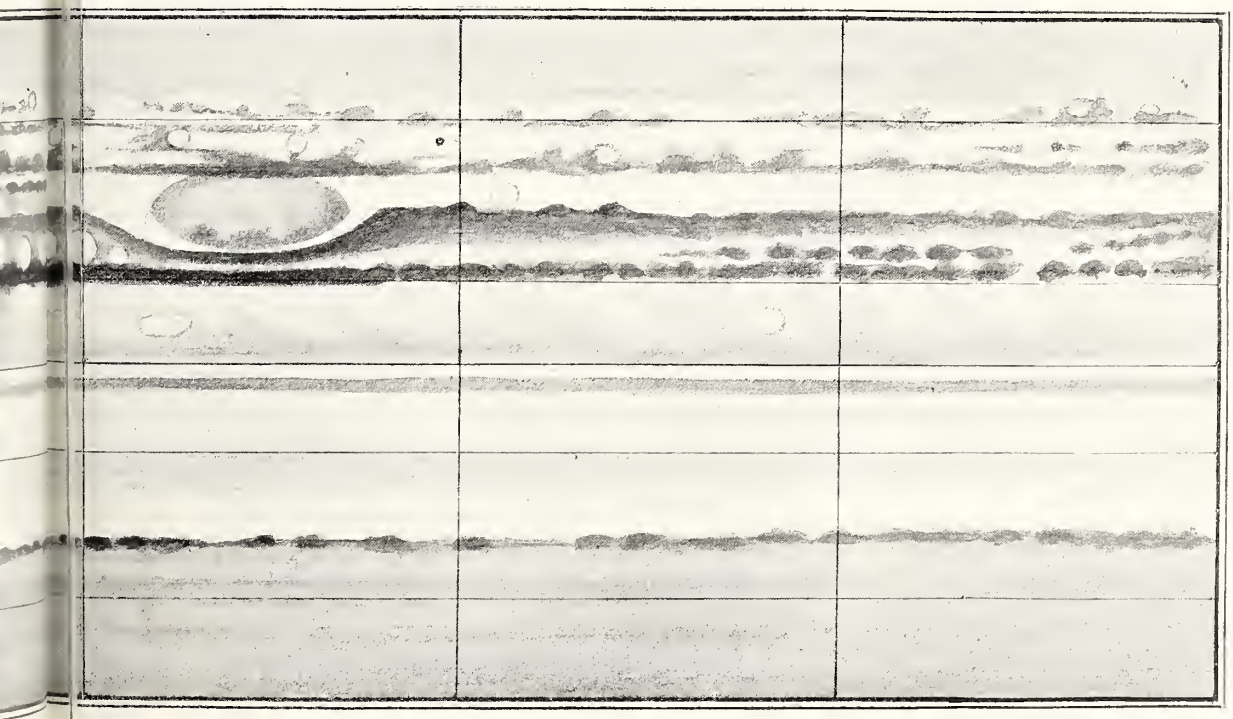
III SATÉLITE



19 OCTUBRE 1904
11 h. 30 m.

SATÉLITE

19 OCTUBRE 1904
12 h.



ER. — OPOSICIÓN DE 1904-1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 17

LA CIENCIA Y LA CIVILIZACIÓN

DISCURSO LEÍDO POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. TOMÁS ESCRICHE Y MIEG

Publicada en diciembre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 17

LA CIENCIA Y LA CIVILIZACIÓN

DISCURSO LEÍDO POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. TOMÁS ESCRICHE Y MIEG

Publicada en diciembre de 1905

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

LA CIENCIA Y LA CIVILIZACIÓN

discurso leído por el Académico numerario

D. Tomás Escriche y Mieg

en la solemne sesión pública inaugural del curso de 1905 á 1906.

Señores:

Un acontecimiento científico de gran resonancia, un fenómeno astronómico de esos que despiertan en todo el mundo viva y legítima curiosidad, de esos que atraen la atención aun de los más indiferentes y hasta puede decirse que producen emoción universal, es el que me sugirió el pensamiento que me propongo esta noche desarrollar y someter á vuestra consideración.

Habíame preocupado algunas veces la idea del compromiso que pesaba sobre mí, por la designación honrosa, recaída en mi humilde persona, de llevar la voz de la Academia en este acto solemne; pero contínuas y perentorias ocupaciones me habían impedido siempre dedicar mi atención á un trabajo que, aun cuando sin urgencia en los primeros meses, tenía plazo fijo y podía llegar á ser apremiante. Y ya comenzaba á inquietarme la idea de verme á última hora en el caso de hacer precipitadamente lo que para resultar bien requiere calma y meditación, cuando el eclipse de 30 de agosto último, presenciado, muy á pesar mío, fuera de la zona de totalidad, vino á ser la causa ocasional de que entreviera yo un asunto digno de ocupar vuestra atención.

El interés, mezclado de religioso recogimiento, que aun en las gentes más incultas pude observar, la ausencia de todo temor loco en presencia de un acontecimiento insólito pero previsto, carácter distintivo de los países civilizados, el olvido momentáneo de todas las pequeñeces de la vida diaria ante el sugestivo fenómeno que presentaba la naturaleza, hiciéronme caer en hondas reflexiones, á mí, que no me había impuesto la misión de estudiar el eclipse. Pensé entonces en el hermoso espectáculo de confraternización universal que en aquellos momentos se estaba dando en nuestra península, donde los sabios de diferentes naciones se ponían en contacto con los humildes habitantes de pequeños poblados españoles. Pensé también en las inefables contemplaciones del infinito en que me habían sumido por aquellos días algunas lecturas referentes al grandioso fenómeno, y me pareció ver al Creador más grande, porque me sentía más cerca de él, en el arrobamiento de mi espíritu.

Entonces, señores, me asaltó un pensamiento, que acaricié con cariño. La Ciencia, me dije, que hasta el presente sólo da por resultado práctico un incremento en las comodidades y regalo que proporciona con sus maravillosas aplica-

ciones ¿no podría ofrecer mejores frutos á la humanidad? Siendo ella producto del espíritu, ¿no podría, en lugar de ventajas materiales tan sólo, proporcionar también al hombre verdaderos beneficios morales? Ya que, en cierto modo, espiritualiza al que con fé se consagra á su cultivo, ya que en las contemplaciones de la naturaleza, con que nos brinda, parece que nos acerca á Dios, ¿no podría convertírsela en agente de nuestro mejoramiento moral, y, por tanto, de nuestra felicidad? La industria la ha exprimido, por decirlo así, para obtener de ella refinamientos, que, siendo necesariamente patrimonio de los menos, crean egoismos y rivalidades; ¿por qué la educación no ha de sacar también el sabroso jugo que puede dar la ciencia, para hacernos más buenos y menos egoistas? ¿No podría ella mejorar la menguada civilización que poseemos, muy celosa, sí, del adelanto material, pero que echa en lastimoso olvido el progreso moral?

La Ciencia y la Civilización, exclamé entonces: ese será el tema de mi discurso. ¡Lástima que tampoco me fuera posible desenvolverlo aquellos días, y haya tenido, por fin, que hacerlo sin tiempo suficiente en estos últimos! Tenedlo en cuenta para absolverme de las deficiencias que noteis en el desarrollo de mi tesis.

*
* *

Acabo de apuntar, señores, una idea, que, á primera vista al menos, parecerá á muchos difícil de poner bien de acuerdo con la lógica. ¿Hacernos la ciencia más buenos y menos egoistas, convertirla en agente de nuestro perfeccionamiento moral? Pero, ¿qué tiene que ver la inteligencia, receptora del conocimiento, con la voluntad, de que dependen nuestros actos?

No os pase por la mente, al oirme hablar así, el temor de que yo vaya ahora á confundir las esferas de actividad de las facultades anímicas inteligencia, sentimiento y voluntad; es que si la primera nos hace *conocer* lo que es verdad, si la segunda persigue la belleza y la tercera aspira al bien, ni el bien se puede practicar ni la belleza sentir, sin previo *conocimiento* claro de ambas cosas, y por este concepto hay que reconocer á las funciones de la inteligencia una supremacía, que no debe echarse en olvido. Cuanto mejor y más atentamente se conozca la belleza, tanto más intensa y hondamente será sentida por el alma, y el bien será más fácilmente practicado cuanto más clara y evidentemente brille lo que hemos de tener por bueno.

Ciertamente no basta que la inteligencia haga conocer el bien, si la voluntad, que caracteriza la personalidad libre y es por tanto la facultad que ejecutivamente rige á las demás, se niega á practicarlo. Pero hay mucho adelantado para obligarla, si el conocimiento es claro; y es seguro que se la decidiría á obrar siempre conforme á lo que estimase bueno, si, educado rectamente el entendimiento con la severa disciplina del raciocinio científico, llegase á penetrar en todos los individuos de la sociedad el convencimiento de que el bienestar de cada uno en

manera alguna puede estar desligado del de los demás, y que siempre lo más provechoso y útil para cada cual es obrar en justicia y practicar desinteresadamente el bien.

*
* *

Antes de pasar adelante, señores, creo preciso hacerme cargo de una seria objeción que, sin quererlo, acude al pensamiento en contra de la tesis que pretendo sostener, objeción fundada en hechos innegables y que, por doloroso que resulte, es un terrible alegato, que parece viene á echar por tierra los pretendidos beneficios morales que de la Ciencia puede esperar la humanidad.

¿Por ventura no es ella responsable de esas hecatombes cada día más aterradoras de la guerra moderna? ¿No es ella la que, perfeccionando los armamentos y convirtiendo los buques en complicados y costosísimos aparatos, provoca la ruina del contribuyente y trae á los pueblos el hambre y la miseria? ¿No son sus aplicaciones poderosos medios para la difusión del mal y la depravación de las costumbres? ¿No deberíamos renegar de ella antes que hacer su apología?

Menester es confesar que resulta larga y desconsoladora la enumeración de los males que acompañan á los adelantos de las ciencias. Si en el orden material acongoja el ánimo más sereno y varonil la sola representacion del estrago y exterminio que con sus peregrinas y diabólicas invenciones va en *crescendo* aterrador, en el orden moral espanta el relajamiento de costumbres que, cual veneno inoculado, en todas las sociedades ha seguido á los adelantos traídos por las ciencias y las artes. No parece sino que el vicio y la maldad están alerta y siempre vigilantes, atisbando la aparición del más insignificante invento, para convertirlo al punto en instrumento demoledor de las costumbres. ¿Quién puede desconocer lo que se han difundido la perversidad y los incentivos de la pornografía con el triple vehículo de la prensa, el grabado y la fotografía, que son precisamente tres de los más hermosos descubrimientos de la edad moderna?

Diríase que la honradez y la virtud van á concluír por quedar relegadas á los rincones del mundo en que apenas han penetrado los albores de la ilustración; en los populosos centros de cultura parece que no se respira más que podredumbre; y es, por otra parte, un hecho que se vive en ellos con el continuo sobresalto del robo, los atracos, los engaños, la seducción, las catástrofes del juego, las infamias de la calumnia y del *chantage*, amén de los continuos peligros y frecuentes desgracias que son inevitable consecuencia del movimiento de vehículos de todo género, debidos á las aplicaciones de las ciencias. ¿Qué más, si hasta se hace ya necesario prohibir el inocente y simpático desahogo de arrojar flores al paso del presidente de la República francesa por las calles de Madrid, ante el temor de un atentado?

Las grandes urbes, que son focos de viva luz, París, *la ville lumière* de nuestros vecinos, he ahí, señores, precisamente los escenarios en que se desarrollan

las grandes tragedias del crimen en todos sus aspectos y con los refinamientos más repugnantes. Si es cierto que las pasiones del ignorante son con frecuencia causa de tristes y lamentables crímenes, es ¡ay! también una dolorosísima verdad que son incomparablemente más horrendos los crímenes debidos á los que más ó menos á fondo saben Química ó Mecánica, á esos engendros degenerados de la Ciencia, convertida en sus manos en arma poderosa de venganza y de desolación.

Todas las grandes civilizaciones de la antigüedad se descompusieron al llegar al período de su mayor florecimiento, y se derrumbaron empequeñecidas y enclenques, por efecto del rebajamiento moral que siempre coincidió con el máximum de progreso material. El gran poeta Horacio dejó magistralmente consignado este fenómeno social, sintetizando en los siguientes versos la decadencia romana:

Ætas parentum, péjor avis, tulit
Nos nequiores mox daturos
Progeniem vitiosorem,

pensamiento que, sin las trabas de una traducción literal, yo expresaría en castellano de este modo: *Si nuestros padres fueron peores que nuestros abuelos, nosotros somos aún más malos que ellos, y pronto nos harán buenos nuestros hijos.*

Contrista el ánimo pensar en la miseria física y moral que, si es ley fatal que el saber traiga la desmoralización, ha de ser patrimonio de nuestros descendientes. Engendros enfermizos han de ser los frutos de una generación que, si al primer golpe de vista deslumbra al exterior, por los esplendores que sobre ella arroja la hada Ciencia, luego que se ahonda un poco al interior, cuando al fin se desvanece la ofuscación y se ve clara la realidad desnuda, se presenta triste en su gran mayoría y doliente, envenenada por la Química en manos de expendedores sin conciencia, extenuada por el hambre y al mismo tiempo aguijoneada por deseos nacidos á la vista de tanta riqueza, ostentación y despilfarro; neuróticos han de ser los seres engendrados por padres enloquecidos á causa de los sobresaltos inherentes á la azarosa vida moderna, con sus quiebras y repentinos desastres financieros, con sus cruentas revoluciones y sus horripilantes atentados, con los inenarrables martirios y torturas de sus sangrientas, inhumanas y maldecidas guerras....

*
* *

¡Pero basta, señores, basta! No parece sino que estoy haciendo aquí el proceso de la Ciencia, cuando me he propuesto precisamente lo contrario, enaltecerla como en justicia se merece. He dicho ya demasiado sobre los males traídos por sus aplicaciones, males de que ella no es ni puede ser responsable; tiempo es de volver la hoja, tiempo es de presentaros el reverso de la medalla.

La descorazonadora ojeada que acabamos de echar por el campo de la crimi-

nalidad en las sociedades civilizadas contemporáneas y la previsión de la subsiguiente y terrible decadencia inevitable, si no fuese seguida de un concienzudo examen de las causas á que puede ser debido el monstruoso resultado de que la verdad científica pueda engendrar el mal, sería más que suficiente para llevar el desencanto al ánimo imparcial y hacerle echar de menos los tiempos de ignorancia, en que se deslizaba la vida más serena, y, sin los falaces refinamientos de la civilización, se disfrutaba de mucha mayor felicidad en el seno de las patriarcales costumbres de nuestros ascendientes. Siquiera no tenían éstos que luchar contra los deseos, para los más imposibles de satisfacer, que despierta la contemplación continua de tantos y tan hermosos productos de la ciencia, de tantas comodidades y placeres, vedados á la inmensa mayoría de los mortales que, por su desgracia y para su suplicio, los contemplan.

Para justificar á la Ciencia de la falsa acusación de ser ella la corruptora de la humanidad, como denuncian las apariencias, siquiera por aquello de *post hoc, ergo propter hoc*, basta observar que, por su esencia misma, no puede menos de ser aquélla, al par que eminentemente social, moralizadora por excelencia, porque vigoriza el espíritu y le purifica con la contemplación de las maravillas que ofrece la naturaleza, acercándole así al Creador, como me propongo probar en este discurso, haciendo ver al mismo tiempo el contrasentido que implica el suponer que la verdad científica pueda engendrar daño moral. Y dispensadme aquí una segunda cita en latín, tomada ésta de las *Metamorfosis* del gran poeta Ovidio, porque encaja admirablemente en este sitio el pensamiento que expresa en los siguientes versos, presentando al hombre dignificado por la contemplación de las verdades sidéreas:

Os homini sublime dedit, cœlumque tueri
Jussit, et erectos ad sidera tóllere vultus.

ó sea en castellano: *dióle cabeza erguida al hombre y le mandó contemplar el cielo, enderezando á los astros su mirada.*

Para mí no es dudoso, como á fuer de imparcial y sin regatear prendas he manifestado prolijamente en los anteriores párrafos, que, si en todo tiempo hubo maldad (ya desde Caín la señala la Biblia), es siempre mucho mayor la corrupción en los pueblos que se dicen adelantados, que en las sociedades nacientes é incultas, como supera en mucho la perversión del criminal ilustrado á la del ignorante. Mas esto nunca podrá significar que la incultura sea un bien y el saber un mal; tan lamentable resultado es evidentemente efecto del abuso, no del uso, que se hace de una cosa buena.

Claro es que, aun puestas las cosas en este terreno, puede subsistir el temor pesimista de que en el porvenir haya de ocurrir lo mismo que en el pasado, y en definitiva sea preciso declarar la Ciencia incompatible con la felicidad de las sociedades humanas. Pero, sin querer yo afirmar ni siquiera reconocer que abrigue

semejante pesimismo desconsolador, la irresponsabilidad de la Ciencia en todo caso quedaría en absoluto descartada: la inconcebible insania de la humanidad al convertir siempre en daño propio lo que debiera ser germen de su felicidad, es lo que infaliblemente quedaría demostrado.

*
* *

He dicho que la Ciencia vigoriza el espíritu, y esto, que es verdad en todas las ramas que comprende, lo es muy especialmente en las matemáticas. Prescindiendo de las bellezas y aun verdaderas delicias que en ellas saborean los que han penetrado de lleno en sus dominios, bellezas y delicias que reconozco no son asequibles á los profanos, nadie puede negar que su cultivo hace al hombre reflexivo y calculador. El rigor de las deducciones en la demostración de un teorema, de tal modo educa el entendimiento y da seguridad al juicio, que bien puede asegurarse que un curso de matemáticas constituye un verdadero curso práctico de lógica.

Además, el que se ha acostumbrado á medir y calcular, es toda su vida un hombre metódico y ordenado. La concisión y sobriedad de lenguaje, sin menoscabo de la más absoluta claridad, son cualidades que distinguen al orador que cultivó las matemáticas del que tuvo siempre aversión á esta rama del saber.

La Fisiología y los estudios acerca de la Higiene, la Medicina en particular, son, á no dudarlo, una poderosa fuerza para que el joven observe voluntariamente y por convicción una conducta recta y ordenada, porque hacen ver los estragos que en el organismo producen todos los abusos, y enseñan que el secreto para disfrutar de una vida larga y feliz está en no derrocharla locamente, por lo cual constituyen excelentes auxiliares de la moral.

¿Y qué decir de la pacienzuda labor del entomólogo, del botánico, del físico, en comercio continuo con la hermosa naturaleza, cuyos inagotables secretos no se cansan de escudriñar? No es posible desconocer lo mucho que el trabajo constante que se consagra á las ciencias físico-naturales aguza la sagacidad, perfecciona el espíritu de observación y proporciona certero golpe de vista para discernir los caracteres que tienen primordial importancia taxonómica de los que son tan sólo secundarios.

Los frutos de auto-educación, digámoslo así, que de tan perseverante trabajo recogería el hombre, si se extendiese y generalizase la costumbre de estudiar la naturaleza, ofrecerían para el porvenir la garantía de que en las disposiciones y leyes emanadas de individuos así avezados á tan escrupulosa y severa disciplina no se habría de encontrar ese fárrago de artículos caprichosos, arbitrarios y sin razón de ser alguna, cuyas restricciones muchas veces irrogan perjuicios graves, y que son frecuentes en los articulados de nuestros legisladores.

*
* *

Pero si los estudios científicos son, por el sereno juicio que demandan, por la reflexiva contemplación á que habitúan y por el convencimiento que engendran en el ánimo de que el orden admirable del Universo es consecuencia de la inmutabilidad y rigidez con que se cumplen las leyes que dictó el Supremo Hacedor, si los estudios científicos son por todo esto, repito, en extremo adecuados para formar el carácter y educar al hombre con la rectitud y seriedad que demandaría una civilización completa, poseen á la vez, señores, una virtud suprema para contribuir á formar el corazón y el sentimiento.

No es esto una paradoja ni una exageración traída para reforzar la tesis que defiendo, como pudiera creerse al pensar en las diferentes esferas de acción de las facultades intelectiva y afectiva; que al fin y al cabo, aunque distintas éstas, no son independientes, y se influyen por modo extraordinario. ¿Cómo, si no, se explicaría la imposibilidad, contínuamente observada, de poner de acuerdo sobre hechos de experiencia á personas igualmente imparciales y de recto juicio? Es que la inteligencia, como hace observar Payot con mucho acierto, no puede discurrir libremente en el ser humano, porque en él coexiste con la facultad afectiva, á cuya influencia no le es dable substraerse.

Por eso es imposible el acuerdo unánime entre los hombres fuera de aquellas verdades en que á ninguno interesa que sean de diferente modo de como son, cual sucede con los teoremas científicos, verbi-gracia, el de que «los tres ángulos de un triángulo valen dos rectos», puesto que á nadie aprovecharía más que valiesen uno, tres ó más rectos. Fuera de lo puramente especulativo, pertenece á la categoría de los hechos innegables el que una misma verdad es vista de modo completamente distinto, según el estado afectivo de las personas.

Hecha esta aclaración, seguidme, os ruego, breve rato en una rapidísima excursión por el mundo de las realidades maravillosas que nos ha revelado la ciencia; viajaremos en alas de la imaginación que es un excelente vehículo, y cuyo importante papel en el estudio de las verdades científicas preconizó el sabio Tyndall con su envidiable maestría y su indiscutible autoridad: no echareis de menos, yo os lo aseguro, las fábulas que inventó la fantasía de los poetas, y aun os parecerán débiles y pálidas las creaciones fingidas de los más insignes literatos.

Y vuelvo, sin darme de ello cuenta, al punto de partida, al gran suceso astronómico cuya contemplación me sugirió el tema de mi discurso: el eclipse de sol del 30 de agosto último. Y notad bien que voy en demanda de efectos afectivos precisamente á una ciencia eminentemente intelectiva, cual es la Astronomía, engendrada en las arideces del cálculo.

Pero antes permitidme que, para hacer resaltar el contraste, evoque la imagen de alguna gran catástrofe terrestre, por ejemplo un incendio, suceso terrible y

emocionante, que hemos presenciado seguramente alguna vez muchos de nosotros. ¡Qué espectáculo más siniestramente grandioso es ese, en medio de una noche tenebrosa! Esas movedizas lengüetas rojas que salen retorciéndose con chisporroteo deslumbrador y envueltas en el humo, por todas las ventanas del edificio, ese resplandor que se destaca en las negruras del cielo, y á la vez el estrépito de las techumbres que se derrumban, acongojan el ánimo, aun en el caso afortunado de que no haya víctimas humanas que lamentar. Se piensa instintivamente en los horrores de aquel interior con sus muebles ardiendo entre escombros, su temperatura infernal y su ambiente de negro humo irrespirable.

Mucho más grande y terrorífica que la de esta catástrofe local y circunscrita á un corto espacio, debe seguramente ser la contemplación de una erupción volcánica, sobre todo si va acompañada de movimientos sísmicos, que en breves instantes dislocan la tierra en grandes extensiones, y sepultan á los habitantes de pueblos enteros entre los escombros de sus propias viviendas. Aquí la grandiosidad del fenómeno queda borrada ante el sentimiento de horror que produce en el ánimo enloquecido la tragedia aterradora. Ayer Krakatoa, Andalucía, la Martinica; hoy, por decirlo así, la Calabria, ofrecen á la mente cuadros espeluznantes, y hacen sentir las emociones más fuertes que pueden producir las desdichas humanas; porque no las hay sobre nuestro planeta que puedan compararse en magnitud con las que provoca la madre tierra con el más insignificante extremecimiento de su piel, que es nuestro suelo.

Ahora dejemos la tierra y transportémonos mentalmente al sol eclipsado. En aquel escenario, al menos, no nos acongojará la horrible visión, siquiera sea mental, de semejantes nuestros despedazados y formando montón informe con los escombros. Siquiera allí contemplaremos las erupciones con ánimo tranquilo, y podremos saborear su belleza y su grandiosidad. Erupciones, digo, y en efecto, la palabra es la misma que para la tierra, como cuerpo es ésta y se llama también cuerpo un grano de arena. ¿Pero qué significan las erupciones del Etna y del Vesubio, que en España ya no se perciben, comparadas con las inimaginables erupciones solares?

Esa atmósfera gaseosa ó cromósfera y la corona, mucho más extensa todavía, que durante la totalidad del eclipse se vió rodeando el disco oculto de un globo más de un millón de veces mayor que la tierra, está siendo de continuo teatro de erupciones tan colosales, que nuestra fantasía difícilmente puede concebirlas. Con frecuencia se remontan sobre la fotósfera ó superficie candente del sol, con empuje que acá abajo no puede encontrar término alguno de comparación, puesto que son proyectadas con una velocidad que llega á alcanzar *centenares* de kilómetros por segundo, masas de vapores incandescentes miles de veces más voluminosas que nuestro planeta, las cuales se abren paso al través de la cromósfera, cuya materia empujan hacia arriba, formando las protuberancias y elevándose á 50.000, 100.000, 500.000 kilómetros, para caer luego vertiginosamente, condensadas en lluvia colosal de fuego, sobre la fotósfera, en la que socavan enormes

depresiones, que constituyen los núcleos obscuros de las manchas, las cuales tienen á veces más de 100.000 kilómetros de diámetro. En medio de aquellos torbellinos, cuya belleza y magnificencia, al decir de los que han tenido la suerte de contemplarlos, exceden á cuanto puede presenciar el hombre, nuestra pobre tierra, cuyo diámetro es de poco más de 12.000 kilómetros, sería zarandeada como la hoja del arbol en un furioso remolino de aire.

Y esas grandiosas escenas de que es teatro nuestro sol no son únicas en el universo, porque en él se cuentan por muchísimos millones los soles existentes, entre los cuales el nuestro es uno de los más insignificantes. Prosigamos más allá nuestra excursión astronómica; quiero haceros saborear un instante los éxtasis del infinito.

*
* *

«Bello es, señores (diré repitiendo palabras de un discurso que pronuncié hará cerca de veinte años), bello es el espectáculo de un paisaje de primavera, magnífico el de la aurora envuelta en coloreados arreboles, sublime el del océano, imagen del infinito. Pero yo que he visto el florido paisaje, la arrebolada aurora y el ilimitado océano, puedo aseguraros que he hallado mayor belleza, mayor magnificencia, mayor sublimidad en una noche despejada y silenciosa. Confieso que he visto muchas veces con placer extenderse por la tierra las negras sombras de la noche, y de ellas surgir como por encanto las chispeantes luces de otros mundos. ¡Cuántas veces, señores, en el silencio solemne de la noche, he tendido por el insondable espacio mi atónita mirada, y he visto rodar majestuosamente sobre mi cabeza otros mundos semejantes al nuestro! Aumentada por la fantasía, mi vista entonces ha creído distinguir en ellos paisajes más bellos que los terrestres, auroras más brillantes que las nuestras, océanos más inmensos que los de la tierra. Y, dejándome llevar en alas de la imaginación, en medio de mi éxtasis, he preguntado á la Naturaleza si esos otros mundos son también asiento del dolor, como el nuestro, y si allá, como aquí, fratricidas luchas extienden por doquiera el reinado de la muerte!»

«La Ciencia moderna responde, si no precisamente á esas, á otras muchas preguntas que mi exaltada imaginación se hacía. Porque esos mundos que yo he visto, esos mundos que vosotros también habeis visto, reducidos, por la distancia, á simples chispas luminosas, existen realmente, con sus días y sus noches, sus estaciones y sus años, sus campiñas, sus montañas, sus océanos y sus atmósferas. ¡Que no es un sueño el espectáculo grandioso de los cielos, ni es un delirio el esplendente panorama de otros mundos!»

Os dije antes que íbamos á viajar en alas de la imaginación; mas ¿no podríamos encontrar, para nuestra rápida excursión sidérea, un vehículo menos instantáneo, que nos permitiese, por lo menos, echar una ojeada á esos mundos desconocidos? Si os propusiera yo el sonido, que recorre 340 metros por segundo, lo re-

chazaríais con razón. Es cierto que con esa velocidad llegaríamos á la luna en 13 días; pero ¿quién sería capaz de resistir una travesía de 15 años, que serían necesarios para ir hasta el sol? Y aun pase, tratándose de este astro, que, si no está precisamente cerca, sólo dista de nosotros unos 148 millones de kilómetros, que es una cosa insignificante, tratándose de distancias astronómicas; pero á la estrella más próxima sólo llegarían nuestros huesos tras un viaje.... ¡de más de 30.000 siglos!

No hay vacilación posible, me direis; sólo un vehículo podemos aprovechar: la luz, que recorre 300.000 kilómetros por segundo. Esta velocidad, sin embargo, nos serviría para que nos formásemos una idea de las distancias y nada más, porque con ella no podríamos en toda nuestra vida recorrer más que una insignificante fracción del universo. Desengañémonos, sólo la fantasía, la imaginación, que es un destello de la Inteligencia creadora, puede llevarnos en poco tiempo, en un instante, á los confines del universo, y eso para decirnos que esos confines no los encuentra, y que, en saliendo del pequeño terruño que retiene al hombre, se halla por doquiera rodeada del infinito abrumador, con su eterno *más allá*. Figuraos un espacio sin límites por cima de vosotros, por debajo, á derecha, á izquierda, hacia atrás, hacia adelante, en todos sentidos; por todas partes la inmensidad eternamente renovada, el abismo del infinito eternamente abierto ante vosotros. En este espacio, flotando como el polvo en el aire, imaginaos una infinidad de globos ó mundos como la tierra y mucho mayores que la tierra, separados por millones de leguas unos de otros; he ahí la imagen del universo. Es como una inmensa polvareda de mundos revoloteando en el infinito espacio. Nuestra tierra es uno de esos granitos de polvo.

Pero aceptemos como buena la velocidad de la luz, y prolonguemos mentalmente cuanto sea necesario la duración de nuestra vida. En poco más de un segundo pasaríamos á la distancia de la luna, en ocho minutos y algunos segundos dejaríamos atrás el sol, y en muy pocas horas estaríamos ya caminando fuera de nuestro sistema planetario; pero tendríamos entonces que hacer una travesía de más de tres años antes de llegar á la estrella más próxima; y tardaríamos muchos siglos en salir de la Vía Láctea, que es la nebulosa que circunda el cielo y hacia la cual tienden á agruparse todas las estrellas del universo visible.

¿Y más allá? Más allá aun podemos lógicamente suponer que veríamos destacarse sobre el fondo negro del espacio infinito manchas luminosas, resolubles en otros tantos núcleos gigantescos de sistemas siderales, es decir, en otros tantos firmamentos como el de la Vía Láctea, formados por millones y millones de estrellas no pertenecientes á nuestro cielo, cada una de las cuales sería un sol, circundado por mundos ó planetas como los que verosímilmente circuyen á nuestras estrellas, como los que sabemos giran en torno de la estrella que llamamos sol. Serían pedazos del Universo, tan distantes de la tierra, que, de poderlos divisar con nuestros telescopios, sólo verían nuestros ojos lo que eran hace muchos miles

de años y que de siglos que su luz habría empleado en llegar hasta nosotros, con la vertiginosa velocidad que le hemos reconocido.

Pero ¿y más allá? ¿qué habría más allá? ¡Ah! señores, más allá.... mi imaginación se arredra, mi imaginación se espanta: yo no puedo seguir, vosotros tampoco podríais seguirme. Tornemos pronto á nuestra nebulosa, á nuestro sistema solar, á nuestra modestísima tierra. ¡Cuán plácido es el descanso que ofrece el reducido hogar al que regresa fatigado de un largo y penoso viaje!

*
* *

Si no corriera tan vertiginosamente el tiempo, que, apenas esbozado el asunto que quiero dilucidar aquí. ya he de pensar en reprimir el vuelo de mi fantasía y ceñirme á los términos escuetos de la cuestión, para no hacerme interminable, os invitaría muy gustoso á otra expedición no menos interesante: os conduciría desde el mundo de lo infinitamente grande al mundo de lo infinitamente pequeño, iríamos desde el *macrocosmos* al *microcosmos*. Y á fé que, si tanto nos extasiaron las contemplaciones de lo grande, aun más nos habrían de extasiar las de lo pequeño, á condición, no obstante, de que supiésemos penetrar en las profundas entrañas de la materia, y nuestro espíritu fuese capaz de adquirir plena conciencia de las asombrosas maravillas que integran el infinitamente pequeño.

Sin pretender ahora restar con comparaciones, que suelen decirse odiosas, magnificencia á los cuadros sidéreos que rápidamente he presentado á vuestra vista, es preciso reconocer que lo que en ellos anonada el espíritu es la magnitud, porque el infinito no cabe en nuestro pobre cerebro. Por lo demás, no hay cosa más sencilla y perfectamente conocida que las leyes que rigen los movimientos de esa máquina sidérea, siempre expuesta á nuestra contemplación, por los raudales de luz que nos envía.

En cambio, señores, al descender á ese otro infinito que tocamos, que llevamos dentro de nosotros mismos, parece que penetramos en las tinieblas, siendo así que allí es donde se fragua esa luz infinita, que precisamente porque el espíritu la diseca, convirtiéndola en diminutos movimientos vibratorios, deja de ser luz. Lo repito: aunque parezca una paradoja, conocemos muy bien la mecánica de esos grandes y lejanos mundos para siempre inaccesibles á nosotros, y sabemos muy poco de la de estos otros mundos casi infinitamente pequeños que tocamos, que llevamos dentro de nuestro propio ser.

Y es que, como muy gráficamente ha dicho nuestro insigne Echegaray en su hermoso discurso leido hace pocos días al inaugurarse el presente curso en la Universidad de Madrid, «el cielo astronómico *se ve*, el cielo molecular y atómico *se supone*.»

A la Astronomía le basta la ley de Newton (hipótesis, en buen hora); la Física y la Química no tienen suficiente con la hipótesis de las moléculas y los áto-

mos, ni aun la de los sub-átomos, de la cohesión y la afinidad, de la repulsión molecular, de las emisiones, de las ondulaciones y otras varias modernas y hasta contemporáneas, unidas á nombres tan insignes como los de Dalton, Fresnel, Young, Cauchy, Helmholtz, Thomson, Ampère, Maxwell, Hertz, y tantos y tantos otros.

Sin intentar esta nueva expedición, que nos veda la falta de tiempo, véome asaltado, sólo al pensar en ella, por una porción de interrogaciones, en cada una de las cuales se apuntan numerosas maravillas. Si fuese posible ver, por ejemplo, el estado dinámico de las moléculas de aire cuando llegan á nuestro oido, perfectamente distintos y ordenados, esos enjambres de sonidos, ruidos y rumores de la naturaleza, tales como la voz humana, el silbido del viento entre las hojas, el canto de las aves, el mugido del océano, quedaríamos atónitos.

Si nos fuese posible ver los movimientos simultáneos, perfectamente ordenados é independientes, de las moléculas etéreas cuando traen á nuestro órgano visual las imágenes de múltiples objetos, de cada uno de cuyos puntos nos llegan rayos pertenecientes á distintas ondas, sin que de aquellos infinitos vaivenes que cada una recibe en infinitas direcciones resulte jamás la más pequeña perturbación; y si á esto añadiésemos la contemplación de los elementos, hechos igualmente visibles, de esas otras radiaciones que ellas mismas son para el hombre invisibles, y sin embargo tenemos la certeza de que existen, porque, sin necesidad de verlas ni de conocerlas, las tenemos ya esclavizadas á nuestro servicio, ¡ah, entonces, señores, caeríamos en el vértigo!

Y no quiero hablar de las sensaciones crómicas diferentes que en el indivíduo engendran esas ondulaciones, porque la introducción del elemento fisiológico, aún prescindiendo del psíquico, trae aparejadas nuevas y más impenetrables incógnitas. El mundo de lo pequeño es todavía un misterio, que no se puede escudriñar á fondo sin encontrar en todos sus aspectos abismos de infinito, que dejan el ánimo anonadado, haciéndole sentir hondamente su pequeñez, frente á la omnipotencia del Creador. ¡Y pensar que hay todavía quienes dicen y sostienen que la Ciencia enorgullece al hombre, que le endiosa y le conduce al ateismo!

Oid lo que, á propósito de esto, escribe Mr. Pyle Wickersham en su interesante obra «*Métodos de instrucción*», que forma parte de la «*Biblioteca del Maestro*»: «Dios ha dejado escrito su nombre en todas sus obras, donde el que quiera puede leerlo. Porque las cosas invisibles en él, se ven claramente en la creación del mundo, y en las cosas hechas por él se le comprende, se revela su eterno poder y su divinidad. En el estudio de la naturaleza el fin más elevado es hallar á Dios en sus obras, y el verdadero filósofo le encuentra, satisfaciendo así las aspiraciones de su alma».

*
* *

Y ahora, señores, fijémonos bien en que toda esa belleza, esa grandiosidad,

ese sublime encanto, ese anonadamiento y ese vértigo del infinito que breves minutos ha tenido nuestro espíritu en inefable éxtasis, nos los han hecho experimentar contemplaciones puramente científicas, cuyas realidades tienen, como veis, mucha más poesía que las ficciones de los vates. ¿Quién podrá sostener ahora que la verdad sólo afecta al intelecto y no dice nada al corazón? Por eso al orador versado en ciencias no le faltan el calor y la fogosidad de la elocuencia, que se dice desarrolla sólo el trato con las musas y el manejo de la retórica. De poco pueden servir todos los artificios de la preceptiva literaria, si no hay en la mente ideas; y acabamos de ver que las ideas más grandes, más sublimes, las más apropósito para exaltar la imaginación y para hacer sentir al ánimo la belleza, elevando su entusiasmo hasta el paroxismo, son precisamente las que nacen al calor de las grandiosas é incomparables contemplaciones que ofrece el ilimitado campo de la Ciencia.

Y como el amor que tales sentimientos despiertan hacia los grandes ideales, no puede menos de ejercer una benéfica influencia sobre la voluntad, hay que reconocer el positivo valor educativo que la Ciencia tiene en manos de un hábil pedagogo.

La verdad y la belleza unidas forman un amable y natural consorcio, que no parece sino que presintieron ya los fundadores de esta Real Academia, cuando la llamaron de *Ciencias y Artes*. No hay duda que se hermanan y aun se compenetran las dos facultades inteligencia y sentimiento en la comunión de la verdad y la belleza. ¿Porqué se desvía desdeñosa de tan hermoso concurso la otra facultad hermana, precisamente la facultad ejecutiva, la que constituye propiamente la personalidad que obra, la voluntad? Es que, señores, así como el sentimiento no puede menos de abrazar la belleza que le hace ver claramente la inteligencia, la voluntad es libre para practicar ó no el bien que aquella facultad le hace conocer como tal. Para que exista una fuerza determinante del acto moral se necesita una educación expresa de la facultad volitiva, y ésta, con una ceguera verdaderamente suicida, se tiene poco menos que abandonada en nuestros tiempos. Inculcárase en la educación el sentimiento de la Justicia hasta encarnarlo en nosotros como parte integrante de nuestro ser, y nos veríamos impulsados á practicar el bien independientemente de nuestra propia conveniencia.

La mala fé, el egoismo, la soberbia agresiva del fuerte contra el débil, que constituyen de hecho y sin recato el fondo de las relaciones internacionales, no son más que la imagen amplificada de lo que en pequeño, aunque disimulado por formas corteses, que á nadie engañan, sucede con demasiada frecuencia en las relaciones personales. Si los que dirigen la marcha de los sucesos en la sociedad son tan ciegos que no saben ver el abismo á que la conducta egoista de las naciones las ha de conducir a todas por esa tortuosa senda, y si los educadores de las nuevas generaciones no aciertan á encarnar en cada individuo la convicción firmísima de que en el organismo social, lo propio que en el de la persona, hay tan íntimo enlace en el funcionamiento de las diferentes partes, que el daño de las

unas repercute en las demás, y no puede sufrir alteración morbosa una porción del organismo sin que todo éste se resienta, habremos de admitir el desconsolador *lasciate ogni speranza,* y entonces el papel de la Ciencia se limitará á abreviar la agonía de la humanidad, con los medios de acción cada vez más poderosos que irá poniendo en manos de la insensatez humana.

Pero oidlo bien una vez más: no será nunca ella la responsable del mal uso hecho por el hombre de esos preciosos medios de acción. Como el poeta latino Tibulo se lamentaba en tiernísimos exámetros y pentámetros de la insania de los hombres que empleaban para destruirse unos á otros en la guerra, aquellas armas que se inventaron para la común defensa contra las fieras, podríamos nosotros, parodiando sus lamentaciones elegíacas, renegar de la locura humana al invertir en su propia destrucción y aniquilamiento las armas que generosa y pródiga le dió la Ciencia para defenderse contra la Naturaleza, domeñando á ésta y obligándola á ser esclava de nuestra voluntad.

*
* *

No basta, empero, justificar la Ciencia de la parte más ó menos directa que le tocaría en el fracaso de la civilización y el aniquilamiento de la especie humana, me dirá tal vez alguno. Si el mal se cierne á lo lejos y no puede atajarse, poco importa saber quién es el causante, y por lo menos déjesenos saborear tranquilos los relativos bienes de que nos sea dado disfrutar en nuestro breve paso por este planeta de maldición, podríais añadir; y en mal hora hubiera yo venido á este sitio á infiltrar en vuestro ánimo un pesimismo desconsolador. No. Yo soy, en efecto, pesimista, enormemente pesimista, pero *con relación al actual estado de cosas*, que, en mi opinión, mantiene á las sociedades modernas en un equilíbrio forzosamente instable. ¡Ay de nuestra querida Patria, ay de nuestra vecina Francia, ay de Europa y de las naciones todas del mundo, mientras sea un mito, una frase engañadora esa hermosa fraternidad que predicó el sublime redentor! Yo os engañaría, yo mentiría, si me empeñase en exteriorizar esperanzas que no abrigo, si me esforzara en disimular la profundísima tristeza que embarga mi ánimo, ante los tremendos cataclismos que presiento y han de llegar, antes de caer en el equilibrio estable que, como inefable visión, creo percibir allá lejos, muy lejos todavia!

Mas sea tarde ó temprano, creo firmemente que la Ciencia puede contribuir en gran manera á traer ese equilibrio estable á las relaciones entre los pueblos, trocándose entonces en sinceridad el artificio y la mentira que actualmente constituyen su modo de ser. El cultivo de aquélla despierta, aún en el vulgo, el deseo de saber, de explicarse los fenómenos, de ver claro el cómo y porqué de las cosas, y de aquí nace y se desarrolla y arraiga, por fin, el más desinteresado amor á la verdad.

Para comprender bien la influencia saludable que en el trato mutuo de los hombres y los pueblos puede ejercer el amor á la verdad científica, basta fijarse en los hábitos de sinceridad que presiden á la evolución de la Ciencia, siempre y en todo momento dispuesta á abandonar hasta sus más acariciadas hipótesis, tan pronto como éstas le resultan deficientes, siempre celosa por rectificar sus puntos de vista, á poco que los reconozca inexactos. La terquedad, que en lo moral se suele confundir con el carácter, no es ni siquiera conocida en lo científico. Todo se revisa concienzudamente en cuanto surge una duda, todo se corrige con severidad cuando hace falta. La Ciencia acoge siempre de buen grado los más rudos embates de la crítica; y á fé que es ésta muchas veces cruel, hasta *cruelísima*, según la expresión de Echegaray, en su ya mencionado discurso. Así es como quedan cada vez más sólidamente establecidas las verdades científicas, y así es también como se forma el espíritu imparcial y recto.

Calumnian torpemente á la Ciencia los que, como Brunetière, parece que están alerta para encontrar ocasión de proclamar su fracaso. Cuando un descubrimiento maravilloso, como, por ejemplo, el de las substancias radio-activas, que emiten contínuamente, á más de energía emanaciones de su propia masa, parece poner en tela de juicio leyes que se tenían por indiscutibles, estudia con circunspección y sin prejuicio los nuevos hechos, que, por lo común acaban por confirmar brillantemente lo que sus apasionados enemigos creían ya ver derrumbarse. Renunciar á los principios de la conservación de la energía y la materia por el hecho de haberse encontrado substancias que irradian y emanan de contínuo, sin que haya podido comprobarse en ellos el menor gasto, sería lo mismo que desechar el éter por no haber observado retraso alguno en los movimientos de los astros. ¿Qué culpa tiene la Ciencia de que se olvide contar con el factor *tiempo*? Con unos cuantos miles de años ó de siglos, si necesario fuese, quedaría todo explicado satisfactoriamente, y ese *instante* en el transcurso indefinido del tiempo, no es ningún *deus ex máchina* traido forzadamente para legitimar lo establecido á priori.

En este rigorismo inflexible, en esta imparcialidad y rectitud de miras, independiente de toda conveniencia personal y de todo prejuicio, con que se busca la verdad, estriba la solidez de la ciencia moderna y la unanimidad con que es acogida en todos los países de la tierra. Ved esos pueblos orientales, como la China y el Japón, durante largos siglos separados de los de occidente, como si fueran seres de otra especie, sin que ni la navegación ni el comercio pudieran establecer nada común entre ellos y nosotros. Era imposible toda armonía, por la absoluta desemejanza de usos y costumbres, de gustos y de ideas: el Oriente era casi como un mundo esencialmente distinto del Occidente. Pero llamó á sus puertas la Ciencia, y ved cómo en un instante (porque 50 años son un instante en la vida de los pueblos) se ha operado en el terreno de aquélla una fusión entre los japoneses y los europeos. Sus almas vibraron al unísono cuando hablaron de electricidad, de mecánica, de química; entonces se reconocieron hermanos de la gran familia

humana, y entonces fué cuando empezó de veras á penetrar en aquellas lejanas tierras la civilización europea.

Y no se diga, desfigurando la verdad, que la Ciencia que les hemos llevado nos trae como recompensa el que se ha dado en llamar *peligro amarillo*. Si, envuelto en aquélla, no se les hubiese importado también el virus del egoismo y la ambición, sintetizados en la monstruosa aberración de la guerra, en lugar de preparar en los orientales terribles enemigos para el porvenir, hubiéramos encontrado sólo en ellos nuevos hermanos para colaborar con nosotros en el más grandioso monumento del ingenio humano, que es la Ciencia. Ellos nos ayudarían á sentar sobre bases cada vez más ámplias el intercambio pacífico de ideas y de sentimientos entre los diferentes países de la tierra, que acabarían por rendir al verdadero Dios el más unánime tributo de amor y de veneración.

*
* *

¡Cuán lejos nos hallamos aún de tan dichoso día! me direis por lo menos. Pero no le hace; tarde ó temprano, si ha de llegar la hora venturosa, regocijémonos desde este momento y saludemos en alas de tan consoladora esperanza los albores de aquella era feliz en que no habrá guerra, y los hombres, hermanos de corazón, practicarán, en fin, la hermosa doctrina que predicó Jesús.

De sobra sé que se nos llama cándidos é ilusos á los que acogemos como de realización posible los seductores ideales de la paz universal y otros no menos conformes con la naturaleza humana y con la voluntad divina. «Lo que siempre ha sido, será siempre, se dice con demasiada facilidad: *nihil novum sub sole;* y la guerra ha sido siempre, y mientras haya hombres habrá guerra.»

Los dichos, los adagios y las frases hechas tienen, en verdad, una fuerza incontrastable en las ideas admitidas y corrientes, por la sencilla razón de que, dándoles el valor de verdades casi axiomáticas, ahorran el trabajo de pensar y discurrir; y no se advierte que muchas veces la adhesión incondicional que se les otorga, representa sencillamente la consagración de la rutina.

¿Qué no hay nada nuevo bajo el sol? Cierto que las pasiones humanas han dado siempre análogos resultados, y que la historia nos presenta constantemente la fuerza bárbara de pueblos vigorosos, aunque ignorantes, dando al traste con las sociedades en que los refinamientos de la civilización marcharon á la par con la corrupción de costumbres. Pero sería difícil probar la identidad de las civilizaciones antiguas con la moderna; al menos la arqueología no ha topado, que yo sepa, ni aun con los más remotos vestigios que autoricen á sospechar siquiera que los orientales, los egipcios, los griegos ó los romanos hayan tenido la menor idea de los ferrocarriles, telégrafos, teléfonos, dinamos, ni siquiera dinamita, armas de fuego, acorazados, ni ninguno de los poderosos medios de destrucción, que tanta soberbia y arrogancia dan á las naciones contemporáneas; ni hay el

menor indicio de que hayan conocido la prensa, que tan decisiva influencia ejerce en el movimiento la transformación social.

No, no es verdad que no exista nada nuevo bajo el sol; hay mucho nuevo, y la desgracia está en que no hay bastante nuevo, siendo lo viejo tan malo y pernicioso. Pero aun en lo moral, cuyo nivel está tan bajo, hay diferencias radicales entre las civilizaciones antiguas y la moderna, puesto que, al paso que en aquéllas se reservaban cuidadosamente el saber algunos privilegiados, á fin de dominar mejor á la gran masa ignorante, en nuestros tiempos se procura, por el contrario, difundirlo, para que sus beneficios alcancen al mayor número posible de individuos; y no tenemos la menor noticia en la antigüedad del movimiento altruista cada vez más poderoso que entre los modernos van desarrollando los terribles males que trae una civilización tan mal entendida, y podemos legítimamente pensar que son nuevos en el mundo los asilos é instituciones benéficas de todo género, tales, al menos, como las conocemos en la actualidad.

Y es que del exceso del mal nace el remedio; aquí tal vez hallemos la aplicación, como se ve muy restringida, del famoso *nihil novum sub sole*; siempre de los grandes males han nacido los grandes remedios, porque el hombre, puede decirse que no se mueve sino instado por la necesidad.

Del exceso del mal nace el remedio, sí, y es preciso llamar la atencion sobre el importante servicio, siquiera sea indirecto, que con sus pretendidos males presta la Ciencia á la insensata humanidad para traerla á buen camino; porque, haciendo con sus aplicaciones la guerra cada día más mortífera, viniendo á ser por ello sus consecuencias cada vez más aterradoras, ha conmovido hasta lo más hondo la conciencia humana, y no está quizá muy lejano el día en que los que hoy se ríen de quienes resueltamente proclamamos como posible la paz universal, formen nutridas legiones y se cuenten por millonadas. Así parece lo entendió el filántropo inventor de la dinamita, á cuyo irresistible poderío destructor fió la forzosa pacificación del mundo. Nadie mejor que Nobel comprendió hasta qué punto «el loco por la pena es cuerdo», y nadie confió tanto como él en la reacción pacífica que ha de seguir necesariamente á la aguda crisis traida por las aplicaciones científicas.

*
* *

Si aspiramos á una verdadera civilización, á una civilización conforme con lo que dicta el buen sentido del hombre á quien el cultivo de la ciencia hizo comprender claro lo que hay de inconsciente rutina en nuestros usos, es preciso abandonar los erróneos conceptos de honor y de grandeza patria fundados en la fuerza bruta y la rapiña. No hay más honor que el de la *virtud* en todas sus fases, y en esa palabra va naturalmente incluído el valor personal, como indica el significado de la voz latina *virtus*.

No miremos los españoles con envidia, desde nuestra pequeñez actual, á esas naciones orgullosas y engreídas por la fuerza bruta, que tan atinadamente han sabido organizar. Haciendo todas las reservas necesarias, yo llamaría á esa actitud provocativa y amenazadora, *matonismo de las naciones fuertes*.

Claro está que para no ser absorbido el débil por el fuerte, cuando no hay moral internacional, ha de mirar aquél por su defensa y procurar ponerse á la altura de sus enemigos probables del mañana. Pero la verdadera ciencia social nos dice que son ficticios y pasajeros esos poderíos, porque se fundan en principios antisociales; no hay más principios verdaderamente sociales que el *amor*, impregnado de santa veneración para con Dios y de tolerancia fraternal entre los hombres de todos los países, y la *justicia* igual para pequeños que para grandes.

Cuando el espíritu, educado en la verdadera Ciencia, esté connaturalizado con estos dos grandes principios de *amor* y de *justicia*, cesará el actual desacuerdo entre las facultades anímicas del hombre, que sólo entonces se podrá llamar de veras civilizado. No me atrevo á esperar que alcancemos tan venturoso día sin pasar antes por cataclismos que hagan palidecer los horrores de la reciente guerra ruso-japonesa; pero creo firmemente que, si es preciso pasar por tan dolorosa prueba, al menos se cumplirá, por fin, entonces el consolador *post núbila Fœbus*; y que, si bien Febo alumbrará los despojos de una civilización insensata, porque no hizo caso de Dios, que manda ser bueno antes que todo, á la vez iluminará el nacimiento de una civilización digna de este nombre, gracias á la íntima compenetración del entendimiento ilustrado por la ciencia, con la voluntad definitivamente ganada para el bien.

RECEIVED
16 JAN

He dicho.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 18

APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LOS MANTOS RECUBRIENTES AL ESTUDIO DEL MACIZO DEL TIBIDABO DE BARCELONA

POR LOS ACADÉMICOS

SRES. JULIO BERGERON y JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Publicada en diciembre de 1905

(CON VERSIÓN FRANCESA)

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 18

APLICACIÓN DE LA TEORÍA

DE LOS MANTOS RECUBRIENTES AL ESTUDIO DEL MACIZO DEL TIBIDABO DE BARCELONA

POR LOS ACADÉMICOS

SRES. JULIO BERGERON y JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Publicada en diciembre de 1905

(CON VERSIÓN FRANCESA)

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1905

APLICACIÓN DE LA TEORÍA

DE LOS MANTOS RECUBRIENTES AL ESTUDIO DEL MACIZO DEL TIBIDABO DE BARCELONA

POR LOS ACADÉMICOS

SRES. JULIO BERGERON y JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

I.—*Resúmen de la teoría de los mantos recubrientes*

II.—*Estudio tectónico del Tibidabo*

I

En todo tiempo las montañas han sido consideradas como el emblema de la estabilidad y el proverbio que dice: «los hombres se encuentran, las montañas no» es la expresión de esta convicción del pueblo. Sólo los antiguos poetas se permitieron hacerlas amontonar unas sobre otras por los titanes, pero éstas son imágenes ó figuras antiguas que ya no existen en el lenguaje poético actual. No obstante, ahora es cuando los geólogos hablan del corrimiento y amontonamiento de unas montañas sobre otras; y lo que es más, hablan de ello, como de un hecho preciso revelado por la observación, sin tener nada de común con las antiguas ficciones poéticas. Por otra parte, jamás imaginación de poeta alguno ha concebido nada más grandioso y se puede añadir, más fantástico, que lo que empezamos á entrever en el ramo de la orogenia.

Este ramo de la Geología, que se ocupa especialmente en el modo de formarse las montañas, no cuenta todavía tres cuartos de siglo de existencia y no ha tenido tiempo aún de hacer grandes progresos. Con todo, podemos decir que en estos quince últimos años ha dado un gran paso, por efecto de la introducción en la ciencia de la noción de los mantos recubrientes.

El hecho fundamental en que se apoya la teoría orogénica es el enderezamiento, en las regiones montañosas, de capas ó terrenos sedimentarios que han permanecido horizontales en el llano. Elías de Beaumont, en 1879, partiendo del enfriamiento progresivo del globo terrestre, explicó el fenómeno de estos levantamientos ó relieves por contracciones del núcleo interior de la corteza ó envoltura, que tiene una superficie mayor que la del núcleo que envuelve, y, no obstante, debiendo por la acción de la fuerza centrípeta permanecer aplicada á él, le ha sido preciso que se plegara, que se arrugara; de ahí se ha originado en la superficie

terrestre la formación de verdaderas arrugas ó pliegues, á modo de los que formaría un lienzo ancho al aplicarse al cuerpo á que debiera amoldarse.

Nada hay que haya venido á modificar esta interpretación de los hechos; pero el estudio detallado de las cadenas de montañas ha puesto de manifiesto que, á la noción de simples arrugas, debe reemplazar en muchos casos la de pliegues múltiples de condiciones muy especiales.

En la región de los Alpes, por ejemplo, se han indicado, desde hace mucho tiempo y en repetidas ocasiones, superposiciones anormales de capas más antiguas sobre otras más recientes. Otras veces aparecen isleos ó trozos de capas como incluídas ó encajadas en medio de otras de edad diferente de aquellas. De estos hechos se habían dado varias explicaciones, más ninguna de ellas satisfizo por completo al entendimiento. A los Sres. M. Bertrand, A. Kilian y Lugeon, para no citar más que los primeros que abordaron el estudio metódico de los difíciles problemas de la tectónica alpina, se debe la gloria de haber ya establecido de una manera irrefutable que, en los Alpes, las sucesiones anormales de los pisos, corresponden á superposiciones de pliegues con estiramientos, laminaciones y desaparición de ciertos horizontes, en una palabra, á fenómenos de recubrimiento.

Tales son los fenómenos que nos proponemos estudiar aquí, puesto que vamos á ver como se aplica esta teoría de los mantos recubrientes á los terrenos antiguos de la región de Barcelona.

Antes de emprender el estudio tectónico de una región cualquiera, es absolutamente necesario establecer de un modo cierto, apoyándose en los caractéres paleontológicos ó en los litológicos, en defecto de los primeros, la edad de las capas de que se trata.

Sólo de este modo se puede uno dar cuenta de si las superposiciones son ó no normales, y en el caso de ser anormales, reconocer en qué lo son. Nosotros suponemos, pues, en todo lo que sigue, que la edad de las capas, y por tanto, su órden regular de superposición, ha sido perfectamente establecido por estudios precedentes.

A fin de comprender como se han podido originar los mantos recubrientes, es preciso partir de las arrugas más simples de la corteza terrestre y seguir progresivamente sus transformaciones, hasta llegar á los casos más complicados de la tectónica. No intentando hacer más que una simple aplicación de la teoría al macizo antiguo de Barcelona, no tenemos necesidad de exponer el máximum de complicaciones, tales como las que se encuentran en los Alpes y, por tanto, nuestra exposición teórica va á ser muy sencilla.

Empecemos por exponer que, por un esfuerzo de contracción de la corteza, se ha originado la formación de un pliegue ó de muchos pliegues, de los más simples que existen. Estos serán pliegues salientes ó de la forma de dorso de asno, cuyos flancos buzan en sentido contrario uno de otro: de ahí el nombre de *anticlinal* dado á estos pliegues (fig. 1). Entre estos dos pliegues salientes ó anticlinales se encuentra un hueco en forma de fondo de barco, cuyos dos flancos buzan en el

mismo sentido (fig. 2). Se les llama por esta razón pliegues *sinclinales*. Si la pendiente de los flancos es la misma, el pliegue se llama *normal* (fig. 1). Pero muchas veces, por la acción del mismo empuje que le ha producido, el plano del eje

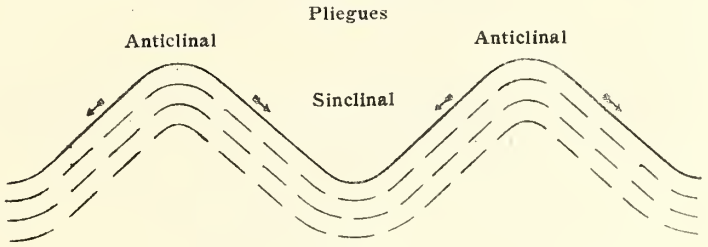


Fig. 1.

del pliegue es oblícuo y los flancos presentan una disimetría más ó menos pronunciada; en este caso el pliegue se llama *oblícuo* ó *inclinado* (fig. 2). Si la presión

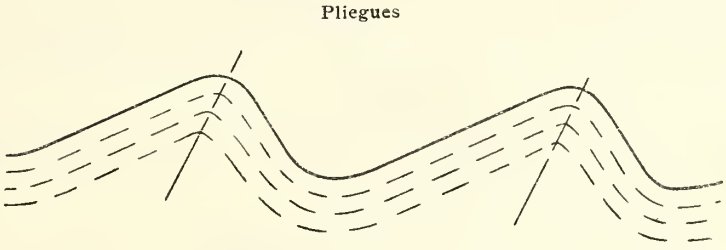


Fig. 2.

es más fuerte, la disimetría es más acentuada, y el pliegue es *abatido*. Puede llegar á ladearse hasta apoyarse sobre uno de sus flancos y entonces se llama pliegue *caído* (fig. 3).

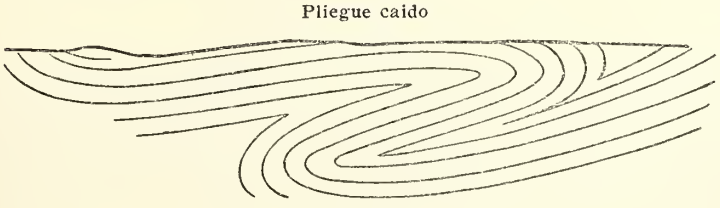


Fig. 3.

A veces algunos de los pliegues sobredichos se presentan reunidos y yuxtapuestos uno á otro, estando los sinclinales separados unos de otros por anticlinales,

resultando de ello que sus flancos son paralelos entre sí. En este caso se les llama *isoclinales*, y, según la posición de los planos de su eje, serán *isoclinales normales*, *isoclinales abatidos* (fig. 4) ó *isoclinales caídos* (fig. 5) (1).

Pliegues isoclinales abatidos

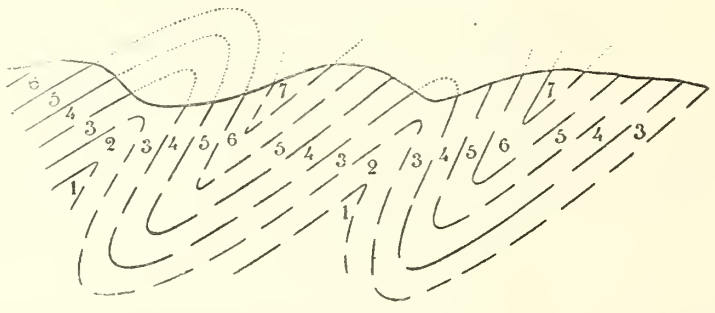


Fig. 4.

En todo lo que precede hemos supuesto que no se produce en los elementos constitutivos del pliegue ninguna dislocación relativa. Pero no acontece siempre así, y se puede afirmar que sucede raras veces cuando los pliegues son oblícuos,

Pliegues isoclinales caídos

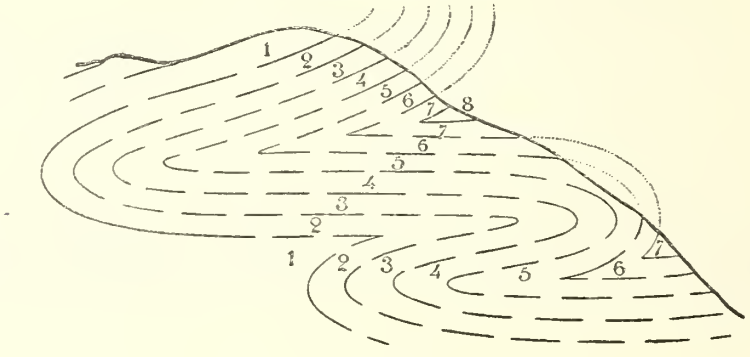


Fig. 5.

y con mayor motivo cuando son abatidos y, señaladamente, cuando son caídos.

Siendo todas las rocas plásticas en grado diverso, estos movimientos en los elementos constitutivos de los pliegues dan lugar á estiramientos de las capas que constituyen los flancos y á un aumento de espesor, por corrimiento de la materia al nivel mismo de las charnelas de los pliegues. En este caso resultan

(1) Para dar una idea más clara del modo con que estos pliegues se presentan sobre el terreno, hemos supuesto en las figuras 4 y 5, que la erosión había quitado una parte de las capas, á saber, la parte representada por trazos con puntos.

pliegues de flanco medio estirado (fig. 6). Mas este estiramiento puede andar

Pliegues estirados

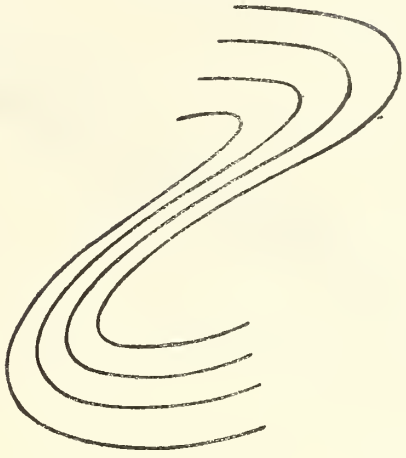


Fig. 6.

acompañado de desgarros del flanco, y entonces este ya no subsiste más que en estado de isleos (fig. 7). De esta manera llegamos progresivamente al caso en

Pliegues con un trozo empujado

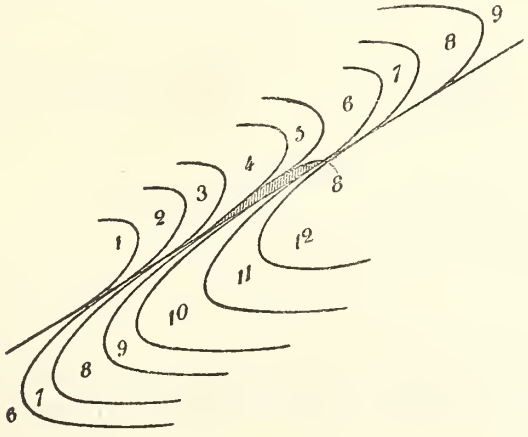


Fig. 7.

que el flanco abatido quede reducido, por decirlo así, á un plano de resbalamiento, de lo cual resultan contactos anormales que constituyen el *pliegue-falla* (figu-

ra 8) (1). Si no se le considera más que en la parte en que los contactos son anormales, el pliegue-falla se presenta como una falla inversa.

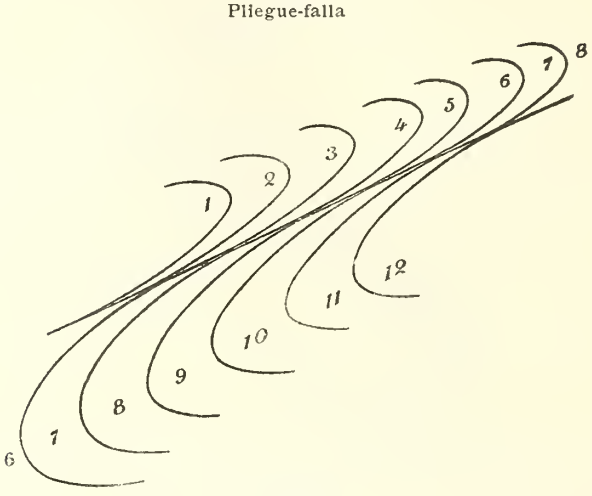


Fig. 8.

Tomado en su conjunto y suponiéndole al tal pliegue un gran desarrollo, forma sobre las capas que han permanecido firmes un verdadero *manto recubriente* (fig. 9). Este consiste en terrenos más antiguos que cubren á terrenos más recientes.

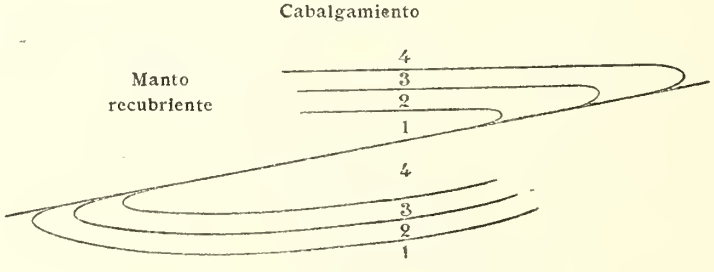


Fig. 9.

La manera de presentarse todas las capas del manto y de su substratum puede ser la misma, y en tal caso hay concordancia aparente de estratificación

(1) Se dá el nombre de falla á una fractura de la corteza terrestre, acompañada de un resbalamiento ó desnivel de los dos bordes de la fractura. La falla es *directa* cuando el macizo de las rocas situado en la parte superior de la falla (*techo*) ha resbalado sobre el que ha quedado firme (*muro*), de modo que se encuentra á un nivel inferior al que ocupaba primitivamente. Es *inversa* cuando este mismo macizo ha subido á lo largo de la fractura.

entre ambos; pues forman una serie contínua, en la cual solo la paleontología y á veces también la litología, permite reconocer una superposición anormal.

Generalmente las charnelas de los pliegues no se presentan á la vista, puesto que por la erosión han desaparecido: son las partes del pliegue sobre las cuales la acción erosiva de las corrientes acuáticas ha ejercido su mayor actividad, porque en ellas las capas están más acentuadamente dislocadas. Al contrario, las porciones que corresponden á los flancos estirados, persisten con más frecuencia. Desde luego ocupan una superficie mucho mayor, pues los estratos se presentan mejor dispuestos ú ordenados, por efecto de ser en general menos trastornados en su disposición y resistir, por tanto, más á la acción erosiva.

Pero, lejos de ofrecer la regularidad que se nota en la fig. 9, los mantos, en su movimiento de progresión, han podido sufrir ciertas modificaciones en su composición. La plasticidad no es la misma en todas las rocas, sinó que varía, según su constitución litológica, y por ello las capas se comportan de un modo distinto, á tenor de aquella. Unas se encontrarán constantemente en toda la extensión de los mantos (fig. 10; piso del manto inferior I); podrán ocupar, por ejemplo, la base de

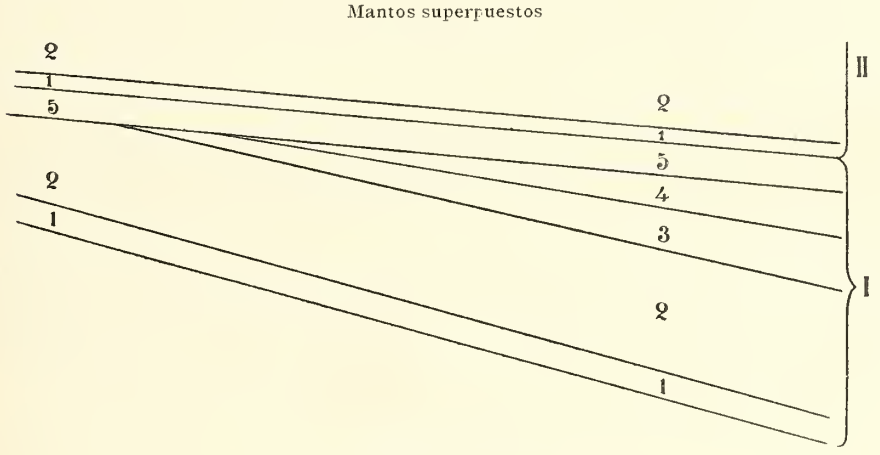


Fig. 10.

los mismos y servir á la vez de materia lubrificante; otras, bajo el peso de las capas que tienen encima y de la acción del empuje, se laminarán y al fin desaparecerán de un manto, sin que las capas superiores é inferiores permitan sospechar, por señal alguna, la desaparición mecánica de tales capas intercaladas. En estos casos parece que, en las séries en apariencia regulares, hay lagunas (fig. 10 piso III y IV del manto inferior I).

Otras veces acontece que ciertos bancos de rocas duras, compactas, sin plasticidad alguna, como ciertas calizas, se quiebran y fragmentan bajo la acción de las mismas fuerzas de que más arriba hemos hablado; siendo los restos arrastra-

dos por las capas inmediatas ó en contacto, en su movimiento de traslación; pero, á medida que los mantos avanzan, estos restos quedan aislados unos de otros y diseminados como islotes (Klippes de los geólogos alemanes) en medio de capas sedimentarias de edad distinta (fig. 11).

Formación de Klippes

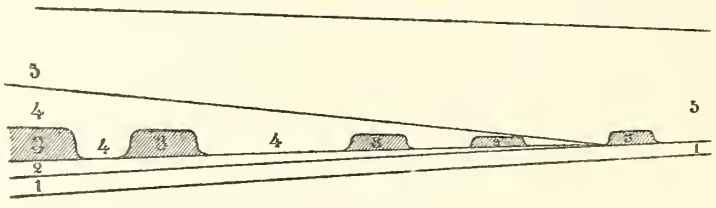


Fig. 11.

Bajo la acción contínua del empuje que ha originado un manto, este puede plegarse y dar nacimiento á un nuevo manto, pasando por encima del primero. Como esta disposición puede reproducirse muchas veces, de ahí que, teóricamente, el número de mantos no tiene límite, puesto que en realidad depende de la inclinación del substratum y de la de los mantos con anterioridad depositados, de la composición litológica de los mismos y, sobre todo, de la intensidad de la fuerza que ha provocado el movimiento de dislocación. En realidad de verdad, ésta jamás es muy grande y, por otra parte, como la acción erosiva ha hecho desaparecer en la mayoría de casos un gran espesor de los sedimentos ó capas, jamás se ve, á lo menos esto es lo más verosímil, más que una parte de los mantos que han podido formarse.

Otras veces, un manto, en vez de plegarse formando grandes mantos superpuestos unos á otros, engendra una serie de pliegues isoclinales, en los cuales se nota la desaparición de un flanco en cada pliegue: esto es lo que se llaman *escamas,* de lo que resulta la estructura que se denomina *imbricada* (fig. 12).

Estructura imbricada

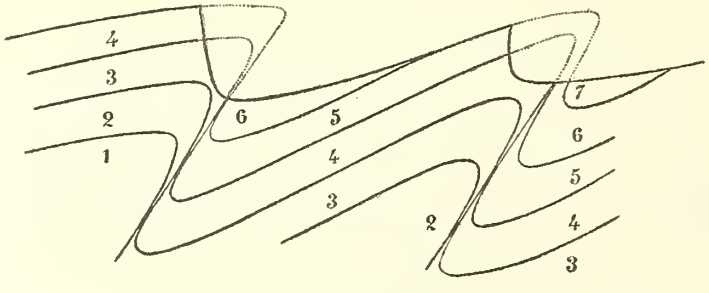


Fig. 12.

Dadas las variaciones de composición que pueden producirse en un mismo

manto durante su cabalgamiento, nada tiene de particular que muchos mantos en superposición presenten composiciones diferentes. Está claro que tal disposición no puede hacer otra cosa que complicar la interpretación de los hechos.

Más lo que crea más dificultades son los pliegues, las dislocaciones y las fallas de formación posterior á la de los mantos; pues originan contactos anormales en series ya anormales de sí mismas. Por fin hay las erosiones que, llevándose con frecuencia las charnelas de los pliegues y aislando trozos de mantos principalmente contínuos, no dejan subsistir á veces indicio alguno cierto que pueda dar luz sobre la teoría que debe seguirse para su explicación; y, por otra parte, es preciso reconocer que estas mismas erosiones prestan á veces no pocos servicios, haciendo desaparecer en las grandes alturas, macizos que nos suministran cortes, por medio de los cuales es fácil reconocer en ellos la estructura propia de mantos.

Tal es, expuesta lo más sucintamente posible, la teoría de los mantos recubrientes. Lo que hemos dicho basta para hacer comprender como se puede llegar á obtener una complicación de hechos absolutamente extraordinarios, desde el punto de vista estratigráfico, siguiendo una marcha ó vía inversa de la que hemos seguido. Veamos ahora nosotros como debemos proceder tomando por ejemplo ó ensayo de lo dicho el macizo paleozóico de las inmediaciones de Barcelona.

II

Cuando se estudian los terrenos primarios de esta región, queda uno sorprendido al ver la existencia de los numerosos pisos que se reconocen en la misma, y señaladamente por la manera singular con que están dispuestos los sedimentos correspondientes á estos pisos con respecto unos á otros, por lo cual nos ha parecido que valía la pena de indagar, de conformidad con lo que hemos supuesto arriba, si hay motivo ó razón de aplicar á los mismos la teoría de los mantos recubrientes (1).

Hemos dicho que la primera condición para estudiar bien la tectónica de una región, es hacer de la misma antes un estudio profundo, desde el punto de vista paleontológico y estratigráfico. Más este estudio había sido hecho con mucho cuidado por uno de nosotros, y hemos, por lo tanto, podido abordar la parte tectónica de este antiguo macizo con toda seguridad, puesto que nos eran ya conocidos todos sus horizontes geológicos.

Nuestros estudios tectónicos no han versado más que sobre los terrenos primarios del macizo montañoso que se extiende al N. de Barcelona y cuyo punto culminante (532 m.) es conocido con el nombre de Tibidabo, y bajo el cual designarémos en este trabajo todo el conjunto del mismo. Está este constituído por una serie de altillos, cuyo conjunto reviste una forma alargada y orientada según la

(1) Hemos expuesto ya nuestre modo de pensar en los Comp. Rend. de la Ac. de C. de París, 1904 Sesión 12 junio.—Bull. Soc. Géol. 4.ª ser. T. 4, p. 706.

dirección NE.-SO., siendo de notar en sus dos extremos que las alturas disminuyen rápidamente; en el extremo N. está limitado por el río Besós y en el S. por el Llobregat.

Al NO. está adyacente á un valle terciario y al SE. está limitado por el mar.

Aparece, pues, á modo de un islote distinto de la cadena que acompaña á la costa catalana, pero no es más que un fragmento ó trozo de aquella.

Está constituído casi exclusivamente por terrenos primarios, sobre los que descansan algunos raros manchones de Trías en discordancia completa de estratificación, y su base ó faldas están cubiertas, por decirlo así, casi en todos los puntos por sedimentos terciarios. El lehm cuaternario, que tiene mucho espesor y está en varios sitios profundamente abarrancado por la acción erosiva de las corrientes acuáticas, cubre lo mismo á los terrenos terciarios que á los primarios de las regiones bajas.

Los pisos del terreno primario reconocidos en este macizo son los siguientes, de arriba á bajo:

Pizarras (Grauwacka) con impresiones de vegetales.	Nivel superior del Tournasiense (Carbonífero inferior).
Lidianas y adinolas comparables á las mismas rocas del Languedoc en las que han sido hallados *Glyphioceras*.	Nivel inferior del Tournasiense (carbonífero inferior).
Calizas compactas grises con grandes *Orthoceras*, idénticas á las del Languedoc, que corresponden al nivel de *Cypridinas* del Hartz .	Devónico superior (el horizonte más alto).
Calizas compactas, con frecuencia coloradas de rojo ó con porciones rojas, idénticas á los mármoles *griottes* de color encarnado del Languedoc, que contienen *Clymenias*.	Devónico superior
Calizas con oquedades y concreciones ferruginosas, idénticas á las calizas con *Chiloceras curvispina*.	Devónico superior (parte inferior).
Calizas con *Tentaculites* y *Phacops*..	Devónico inferior.
Pizarras con *Monograptus* y calizas con *Cardiola interrupta*.. . . .	Gotlandiense.
Pizarras con *Orthis Actoniæ*.	Ordoviciense superior (piso de Caradoc).
Arenisca con *Tigillites*..	Ordoviciense inferior (piso de Arenig)
Pizarras con *Asaphellus* y *Niobe*.	Ordoviciense inferior (piso de Tremadoc).
Pizarras con *Oldhamia*.	Cambriense superior.

La serie del terreno primario no es, por tanto, completa; pero las lagunas tal vez no son más que aparentes, pues las pizarras ordovicienses revisten bastante espesor para contener los horizontes que todavia no han sido reconocidos, si bien, por otra parte, han podido desaparecer por efecto de laminaciones de las capas, según lo que hemos dicho más arriba. Lo mismo podemos decir de los horizontes

del Devónico que se echan á menos: con todo, la desaparición de la serie comprendida entre el nivel de los *Tentaculites* y el de *Chiloceras curvispina,* si fué calcáreo, como es probable, no se explicaría por laminación, habiendo resistido á la misma los niveles calizos superiores é inferiores. Más verosímil es que la masa calcárea inferior, muy potente y homogénea, represente el Devónico inferior y medio. En cuanto á los horizontes superiores del Carbonífero, si es que fueron depositados, han podido desaparecer por erosiones anteriores al movimiento de presión ó empuje general, de que más abajo hablarémos.

Es de notar que los niveles reconocidos presentan caracteres litológicos bien marcados, los cuales bastan para reconocerlos, aún cuando falten los fósiles; tales son las pizarras fisiles con *Asaphellus* y *Niobe,* que son las únicas rojo-purpúreas; las demás pizarras ordovicienses tienen un color verde amarillento; muy fisiles también algunas, se fragmentan con facilidad y algunas veces revisten el carácter de areniscoides. Las calizas del Gotlandiense son negruzcas ó de colores abigarrados, lo que es debido á las sales de hierro que contienen, y las pizarras del mismo piso son negras ó ampelíticas, grises, rojizas ó blancas.

La base del Devónico está constituída por calizas con frecuencia en su nivel inferior dolomíticas, de colores claros, y lo mismo acontece respecto de las que deben representar el Devónico medio. Los diversos horizontes del Devónico superior están constituídos por calizas con oquedades (calizas con *Chiloceras curvispina*), ó bien por calizas compactas de tinte rojizo (mármoles *griotte* y de color encarnado) ó también por calizas grises (calizas con grandes *Orthoceras*). Otro nivel fácilmente reconocible entre todos, es el de las pizarras lidianas negras y de las adinolas de tinte bistre ó de color gris amarillento del Carbonífero inferior. Las pizarras carboníferas se distinguen de las demás, porque son ligeramente micáceas, gris-verdosas y poco duras. La constancia de los caracteres litológicos en un mismo piso y su diferencia en los diversos que existían, según hemos visto, ha facilitado mucho nuestros estudios tectónicos sobre el terreno.

Esta misma serie primaria se encuentra reproducida en la Montaña Negra (Francia) (1) y en los Pirineos (2). En la primera de estas regiones el número de pisos reconocidos es mayor, pero las facies de los mismos horizontes son sensiblemente iguales. En los Pirineos los niveles determinados paleontológicamente son los mismos que se han señalado en la región de Barcelona y su facies es idéntica. Parece, pues, que, durante la era primaria, un mismo mar ocupaba las regiones actuales de la Montaña Negra, de los Pirineos y del litoral de Cataluña, lo cual viene á confirmar la presencia de la misma serie en la región intermedia entre los Pirineos y el Tibidabo, ó sea en los macizos del Montnegre y Montseny, en el pri-

(1) Bergeron —Note sur les terrains paléozoïques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Languedoc). Bull. Soc. Géol. Fr. (3)-T. 26, p. 867. 1898.

(2) A. Bresson.—Études sur les formations anciennes des Hautes et Basses Pyrénées (Hautes chaînes). Bull. Serv. Carte Géol. Fr. T. XIV. pág. 87-135-181.

mero de los cuales, según tiene manifestado uno de nosotros á la Academia (1), está reproducida casi toda la serie de pisos existentes en los alrededores de Barcelona.

No vaya á creerse, con todo, que la sucesión de pisos y horizontes, tal como viene expuesta, pueda verse en un solo corte ó sitio, sinó que su descubrimiento es resultado de la determinación de las faunas y de su asimilación ó comparación con las de otras regiones, pues es muy raro hallar en un mismo punto un número crecido de niveles geológicos en superposición; y, de otra parte, como llevamos dicho, las superposiciones son repetidas veces anormales en el Tibidabo.

Las rocas eruptivas son poco numerosas en este macizo, ó mejor en el corazón del mismo, y su papel, desde el punto de vista tectónico, tiene en general poca importancia. El granito acompañado de filones y apófisis de granulito, ocupa una superficie bastante grande en la vertiente meridional. Es rico en feldespato, en general muy alterado, caolinizado, de tal suerte, que la roca llega á quedar convertida casi en arena. Contiene también frecuentes prismas exagonales de mica negra, formados de laminillas apiladas unas encima de otras, llegando á alcanzar hasta tres centímetros, y más, de altura. La sílice es más abundante en los filones y apófisis granulíticos, por cuya causa presentan más resistencia á la erosión y forman, en consecuencia, partes salientes ó protuberancias acentuadas.

En la región SO. del macizo abundan las rocas básicas, de las cuales se ven varios asomos en la línea divisoria de ambas vertientes. Apesar de ser la mayor parte también alteradas y difíciles de estudiar al microscopio, se ha podido reconocer la presencia de dioritas, diabasas y porfiritas.

La roca dominante en este macizo son las pizarras, al parecer ordovicienses, en las cuales es difícil hacer divisiones basadas en caractéres litológicos. Solamente en la vertiente SE., junto á la masa granítica de que acabamos de hablar, ofrecen trazas de metamorfismo, del cual dirémos algo más abajo. La razón por la cual referimos al Ordoviciense esta masa de pizarras, apesar de no poder precisar niveles en la misma, es porque sus caractéres litológicos son los mismos que vemos en las pizarras que se encuentran entre el piso de Tremadoc y el Gotlandiense; y además entre las mismas se ven intercalados á veces los demás términos de la serie paleozoica, si bien en este caso siempre en meros isleos ó manchones. Nuestro estudio versará sobre los de dimensiones lo suficientemente grandes para poder apreciar y reconocer en ellos su dirección é inclinación.

Como las dos vertientes de este macizo presentan diferencias muy sensibles, las estudiarémos por separado, ó sea una después de otra, empezando por la del NO. ó de Papiol.

Cerca de este pueblo y hácia el E., al extremo SO. del macizo, los terrenos antiguos emergen de entre formaciones del terciario superior. Debajo can Amigonet aflora una masa calcárea compacta compuesta únicamente de Devónico. Fácil es,

(1) Sesión del 30 de junio de 1904.

gracias á su facies, reconocer las calizas con oquedades, los mármoles rojos y las calizas grises que caracterizan el piso superior. Andan asociadas (1) á calizas de colores claros del Devónico inferior y medio. Pero estas diferentes calizas están encabestradas unas en otras, de suerte que es imposible reconocer en ellas superposición regular alguna, y se vé que el encabestramiento de las mismas alcanza un máximum de complicación, sobre todo en el extremo del cerro sobre el que está edificada la casa Amigonet. Merced á los caractéres litológicos bien definidos de la mayor parte de los horizontes, es posible saber á qué pisos pertenecen y, en consecuencia, reconstituir los pliegues con estiramientos, á los cuales son debidos estos contactos anormales. En el fondo del torrente de la fuente de casa

Corte de can Puig á can Amigonet (*)

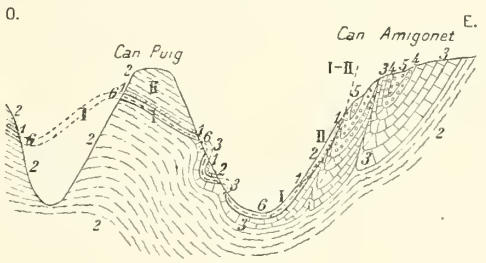


Fig. 13.

1.—Pizarras del nivel de Tremadoc.
2.—Pizarras ordovicienses.
3.—Calizas del Devónico inferior y medio.
4.—Calizas con *Chiloceras curvispina*.
5.—Calizas rojas y grises del Devónico superior.
6.—Lidianas y adinolas del Tournaciense inferior.
II.—Primer manto. II II.—Segundo manto. Escala de las longitudes 1 por 10.000.

Amigonet, las calizas grises del Devónico más alto están cubiertas por las lidianas y las adinolas de la base del Tournaciense. Pero este último nivel lo es á su vez, al mismo tiempo que por una parte de las calizas grises del Devónico superior, por las pizarras rojàs del nivel de Tremadoc, de tal manera, que parecen ser la continuación de los horizontes subyacentes y simulan una série perfectamente normal. Por otra parte, están cubiertas, en concordancia de estratificación, por las pizarras ordovicienses.

Las lidianas afloran en un gran trecho en el barranco de la fuente citada, presentando á veces pliegues de los cuales resulta aumentado el espesor de las

(1) En ninguno de los cortes (Fig. 13, 14, 15 y 16) hemos representado el límite inferior del primer manto, porque nos ha sido imposible reconocerlo. Hemos dado por supuesto, con el objeto de simplificar las figuras, que este manto inferior se reducía á su porción más importante, á saber, al Carbonífero.

(*) Cliché del «Bull. de la Soc. géol. de France».

mismas, y á su mayor resistencia al desgaste se debe la desviación que ha sufrido el talweg del barranco. Del fondo de este barranco, cubiertos siempre por las pizarras del nivel de Tremadoc y demás horizontes ordovicienses, remontan la cuesta hacia el N. de can Puig, descansando siempre sobre la serie del Devónico que las acompaña. Más al N. las pizarras silúricas salen de debajo las calizas devónicas; pero, por efecto de encontrarse plegadas las capas, se notan alternancias de calizas devónicas y de pizarras silúricas en gran número.

Los mismos bancos de lidianas y de adinolas del fondo del barranco, remontan igualmente la cuesta del S. y van á pasar por el lado S. de can Puig. También están cubiertas en este sitio por las pizarras rojas del nivel de Tremadoc, acompañadas de otras pizarras ordovicienses, y es de notar que á estas pizarras rojas andan asociadas en este sitio hiladas de calizas, cuya edad no ha podido ser determinada de un modo cierto, á causa de la falta de fósiles característicos, pues los restos orgánicos que se encuentran en ellas son solamente fragmentos de tallos de *Encrinus* indeterminables.

Por su facies litológica recuerdan las calizas del Devónico inferior, á cuya edad casi nos sentimos inclinados á referirlas, porque parecen ser una prolongación de los bancos de la vertiente opuesta y acompañar inferiormente á las lidianas. En tal caso estos horizontes se presentarían entremezclados unos con otros por efecto de plegaduras, de dislocaciones comparables ó similares á las que hemos señalado debajo can Amigonet. Estas calizas, sea cual fuere su edad, están todas ellas poco desarrolladas en superficie y espesor, y no aparecen más que en raros puntos.

En resúmen, al O. del barranco de can Amigonet las lidianas y las adinolas descansan directa y comunmente encima de las pizarras ordovicienses del substratum, sin interposición del Devónico, ni del Gotlandiense; por otra parte, están cubiertas por una serie de pizarras, en cuya base se encuentra de una manera casi constante el nivel de *Asaphellus*. Este conjunto de pizarras ordovicienses con intercalación de lidianas y adinolas del Carbonífero inferior, se encuentra más al O., en el inmediato torrente de las Barreras, y todavía más al O. aparece un manchón de las lidianas que descansan encima de las ordovicienses en el turó del Pí den Vals, casi sobre el río (Llobregat).

Pero no están solo acantonadas en los contornos de Papiol, sino que las hallarémos en otros sitios, de que más allá hablarémos.

En todo esto hay hechos anormales, cuya explicación no puede hallarse más que acudiendo al fenómeno de los mantos recubrientes, de que hemos hablado anteriormente.

Por otro lado, ciertos hechos nos indican lo que ha podido suceder, pues, no ha mucho, hemos hecho notar que debajo can Amigonet las capas están estiradas y magulladas, que la série primaria está incompleta y que los pisos desaparecían uno á uno progresivamente hácia el S., y finalmente, que de esta série inferior no quedan en el cerro del caserío Puig más que las lidianas y adinolas car-

boníferas, que pasan por encima las pizarras ordovicienses, de las cuales una parte pertenece á la série en cuestión y la otra á un substratum que parece permanecer en su sitio primitivo. No hay aquí transgresión del Carbonífero por encima del Devónico; las lidianas y adinolas no se depositaron en el punto en que las vemos. Sus grandes y bruscas variaciones de espesor corresponden siempre á accidentes; de suerte que las laminaciones, los estiramientos, las desapariciones y reapariciones bruscas debidas á pliegues en el Devónico, todo indica un movimiento de las capas, una presión ó empuje. Tal movimiento no puede negarse respecto de las pizarras del nivel de Tremadoc que se apoyan sobre esta série inferior, pues el mero hecho de que este nivel geológico, mucho más antiguo que las lidianas y adinolas, las cubra en una gran superficie, no puede explicarse más que por la existencia de un manto recubriente.

Así es que en la región de can Amigonet y de can Puig, debe haber dos mantos superpuestos: el primero correspondería á lo que hemos llamado série inferior, el cual comprendería primitivamente todos los horizontes paleozóicos reconocidos en esta región de Barcelona, y muy verosímilmente poco á poco y de un modo progresivo, se habría ido reduciendo, á medida de su marcha ó corrimento, á sus últimos términos ú horizontes.

El segundo manto se habría formado en este sitio en que estamos, solo por las pizarras del nivel de Tremadoc y de las ordovicienses subyacentes; pero más al E. se va complicando.

Si atendemos á lo que hemos dicho en la primera parte de este trabajo con respecto á las laminaciones, á los estiramientos en los mantos empujados (V. página 7, fig. 7), verémos una analogía completa entre nuestras concepciones teóricas y los hechos que acabamos de relatar, y esta analogía aparecerá más y más evidente, á medida que proseguirémos el estudio de las anomalías estratigráficas de los terrenos primarios de esta mole.

El conjunto de pizarras ordovicienses con intercalación aparente de lidianas y adinolas, tal como lo hemos descrito y visto debajo can Puig, se extiende hácia el SE. y el E. Se puede uno dar cuenta de ello, gracias á los cortes naturales que existen en los numerosos y profundos barrancos de la parte SO. de este macizo, entre Papiol y Santa Creu de Olorde.

La acción erosiva á la cual son debidos, ha cortado las pizarras ordovicienses del segundo manto á una altura bastante para que las lidianas y adinolas del primer manto aparezcan en los flancos ó en escarpas de estos barrancos, y todo este conjunto alcanza niveles más y más altos, á medida que nos acercamos más á la cima. Luego hay aquí un buzamiento general de SE. al NO.

De todos los afloramientos solo señalaremos los más interesantes en los vallecitos que bajan del lado S. de S. Bartomeu de la Cuadra. Las lidianas afectadas de pliegues múltiples y apretados, presentan á trechos un espesor más grande y una resistencia, por lo tanto, mayor á la erosión; de ahí resulta en estos puntos una curva en el talweg de los barrancos. Un accidente parecido hemos tenido ocasión

de hacer notar en el torrente de la fuente de can Amigonet. A consecuencia de las ondulaciones del manto, los bancos de lidianas y adinolas se presentan, á diversos niveles, en la cuesta de Molins de Rey á Santa Creu de Olorde.

A poca distancia de can Ribas (fig. 14) las lidianas están cubiertas por las grauwackas del Tournaciense superior, cuyo horizonte no habíamos todavía notado en la vertiente septentrional de este macizo del Tibidabo. Este hecho tiene grandísima importancia desde el punto de vista teórico.

Efectivamente, dado que las lidianas y adinolas no han suministrado todavía fósil alguno en la región de que nos ocupamos, y que andan intercaladas en gran número de puntos en medio de pizarras ordovicienses, de tal suerte que simulan una serie que tiene todos los visos de contínua, sugiere la duda de si forman también ellas parte del Ordoviciense. Su analogía con las de la *Montaigne Noire* y del *Hartz* no es bastante para establecer, dada la ausencia de fósiles, que pertenecen al Carbonífero. Pero la presencia de grauwackas ciertamente carboníferas encima las lidianas y adinolas, es decir, en su sitio normal, en una série regular, es un nuevo argumento á favor de su asimilación que, con las rocas de la misma especie de la época carbonífera, hemos apuntado.

Este primer manto debe tener una extensión muy grande, puesto que si desaparece hácia el E. y N. por entre pizarras silúricas y también á veces calizas devónicas, reaparece en la parte NE. y en la vertiente meridional del Tibidabo.

El segundo manto existente, como hemos ya visto, junto á can Amigonet y can Puig, empieza por pizarras ordovicienses, en cuya base aparecen repetidas veces las pizarras rojas del nivel de Tremadoc. Encima las pizarras verdosas, se ven á veces otras negras del Gotlandiense. La série pizarrosa tiene encima una série calcárea no contínua, pero formando una suerte de islotes á causa de la acción erosiva de los agentes naturales. Estas calizas poseen todos los caractéres que hemos señalado anteriormente como propios de los horizontes devónicos, y particularmente de los horizontes superiores.

En la aldea de S. Bartomeu de la Cuadra, al SE. y E. de can Amigonet y de can Puig, existe un gran manchón de calizas, en las que hemos reconocido el Devónico inferior al SE. y el medio, y también el superior más elevado al E.; pero, dado el espesor de la masa de calizas del E., es posible que contenga también otros horizontes que no hemos reconocido.

En la prolongación de esta masa hácia el N. NE., pero á una altura superior, existe otro manchón en el Pujol den Castellví (Vallvidrera), que afecta el aire de un anticlinal. Faltan en él fósiles característicos, pues están reducidos éstos á tallos de *Encrinus* indeterminables; pero por sus caractéres litológicos es fácil reconocer todavía en él las calizas del Devónico inferior, mármoles *griottes* y de color encarnado y las calizas grises del Devónico superior.

Este segundo manto se extiende asímismo hácia el S., en la región de Santa Creu de Olorde, con la misma composición; pero en can Ferrés, lo trastornado de las mismas complica especialmente la interpretación de los hechos. En este punto

un pliegue anticlinal muy brusco (fig. 14) pone las lidianas del primer manto casi en contacto con el Gotlandiense, caracterizado por el *Monograptus proteus* y otros *Monograptus* del segundo manto.

Encima de éste, descansan los bancos calcáreos con *Cardiola interrupta*. Encima del Gotlandiense se apoya el Devónico, pero los horizontes inferiores tienen un espesor muy reducido y es que han sido estirados, mientras que los superiores están bien desarrollados. Todo este conjunto tiene el aire de un sinclinal, cuyo flanco oriental está limitado por un anticlinal agudo que hace aparecer las pizarras gotlandienses; y las calizas devónicas vuelven á aparecer en el flanco oriental de este anticlinal, pero con trazas de estiramientos.

Corte de can Puig á Santa Creu de Olorde (*)

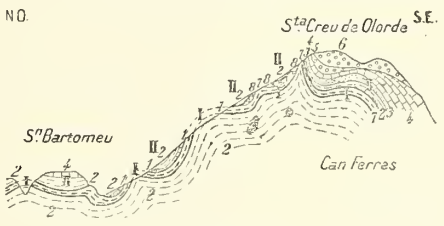


Fig. 14.

1.—Pizarras del nivel de Tremadoc.
2.—Pizarras ordovicienses superiores á las precedentes.
3.—Pizarras y calizas gotlandienses.
4.—Calizas del devónico inferior y medio.
5.—Caliza con *Chiloceras curvispina*.
6.—Calizas rojas y grises del Devónico superior.
7.—Lidianas y adinolas del Tournaciense inferior.
8.—Grauwackas del Tournaciense superior.
II.—Primer manto. II. II.—Segundo manto.
Escala de las longitudes: 1 por 80.000.

Aquí nos encontramos de nuevo con uno de los casos que más arriba hemos considerado en nuestro estudio teórico.

Es de notar que hemos hallado gran desarrollo en las calizas devónicas solo en sinclinales y en las inmediaciones de estos, allí en donde la disposición de las capas las protegía contra los agentes erosivos. Verémos que este mismo hecho se reproduce todavía varias veces.

Las calizas de Santa Creu y de can Ferrés, se encuentran más abajo hácia el SO. coronando los altillos que se encuentran bajando hacía el valle del Llobregat, cuyos manchones vienen á ser el trazo de unión entre los de encima de Molins de Rey y de Santa Creu. Debajo de estas calizas hay siempre las pizarras ordovi-

(*) Cliché del «Bull. de la Soc. géol. de France».

cienses del segundo manto, el cual ocupa, por tanto, una superficie muy extensa, que debió ser sensiblemente la misma que la del primero.

Recapitulando todos los hechos hasta aquí observados en la región SO. de la vertiente septentrional de la mole del Tibidabo, vemos que existen en ella dos mantos sobrepuestos, pero que están reducidos á girones por efecto de la acción erosiva de los agentes naturales. El primero no comprende toda la série primaria, sino al nivel de can Amigonet; en los demás puntos, está en todas partes reducido á las lidianas y adinolas carboníferas, y tal vez á una parte de las pizarras ordovicienses del substratum, y cerca de Santa Creu viene á añadírsele la grauwacka del Carbonífero. El segundo manto parece haber sido constituído por toda la série primaria, á pesar de que no se la conoce completa. En el sitio en que presenta mayor número de horizontes falta el Carbonífero.

Tal vez ha sido eliminado por la erosión, como hemos dicho respecto de los horizontes superiores al Ordoviciense, en una gran porción de la región considerada, ó bien estas desapariciones son debidas en parte á una acción de arrasamiento ejercida por un tercer manto superior á los precedentes, en su movimiento de avance, que no aparecería sino al extremo NE. del macizo. De él hablarémos más allá.

En la parte de esta mole que acabamos de estudiar, el conjunto de mantos buza hácia el SO., esto es, hácia el valle del Llobregat, de tal manera, que los horizontes paleozóicos se hunden debajo el Aquitaniense y el terciario superior entre Papiol y Molins de Rey, cuyos depósitos en ninguna parte están á gran altura.

Corte de la colina de Moncada (*)

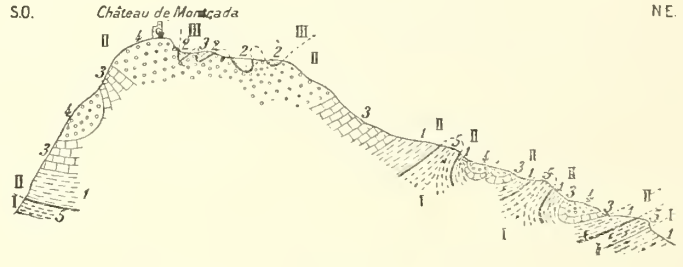


Fig. 15.

1.—Pizarras ordovicienses.
2.—Pizarras gotlandienses. (1)
3.—Calizas del Devónico inferior y medio.
4.—Calizas del Devónico superior.
5.—Lidianas y adinolas de Tournaciense inferior.
II.—Primer manto. II. II.—Segundo manto. III. III.—Tercer manto.
Escala de las longitudes: 1 por 20.000.

(*) Cliché del «Bull de la Soc. géol. de France».

(1) Por error involuntario el piso gotlandiense no aparece figurado entre el ordoviciense y el devonico en la vertiente NE del corte; pero existe en dicho punto, como se dice en el texto.

En los contornos de Moncada, al extremo NE. de la cordillera, yergue al SO. de la población una colina aislada, en cuya cima existen ruinas de un antiguo castillo con su ermita. Esta colina ofrece una estructura análoga á la que acabamos de ver. En efecto, partiendo del pueblo, ó mejor, del apeadero del ferrocarril del Norte para subir á su cima por su vertiente oriental, en la base se reconocen pizarras ordovicienses idénticas, la mayor parte, por lo que mira á sus caracteres litológicos, á las que hemos notado en las regiones de Papiol (can Amigonet) y Santa Creu de Olorde. Hácia el extremo septentrional de la colina se observan rocas de tinte negruzco ó rojizo, que destacan entre las pizarras ordovicienses: son pizarras lidianas y adinolas que tienen todas las apariencias de estar intercaladas entre pizarras ordovicienses. Pero, á medida que se va ascendiendo, se reconocen varias reapariciones de estas pizarras lidianas en medio de las ordovicienses, presentándose también entre las mismas afloramientos de pizarras blancas gotlandienses y de calizas devónicas.

Los diversos horizontes de este último terreno están representados de una manera muy desigual. Son calizas grises con grandes *Orthoceras* acompañadas de *griottes* rojas que, al parecer, son las más desarrolladas. Desde el apeadero citado á la cima de la colina, ó mejor, hasta la masa caliza que la corona, aparecen tres asomos de lidianas y de adinolas y dos de calizas devónicas. Entre estos apuntamientos afloran las pizarras ordovicienses, acompañadas de isleos de pizarras gotlandienses en contacto del Devónico. Todos estos tramos parecen estar en concordancia de estratificación y constituir una série normal en el lomo (1) ó cresta de la montaña por la cual hacemos la ascensión. Pero después de un exámen atento, hemos reconocido que las calizas están realmente trastornadas y no entrañan en la colina, sino que ocupan pliegues sinclinales en la masa pizarrosa. Se presentan como en los pliegues de can Amigonet, con estiramientos, reducciones de espesor que acusan poderosas acciones mecánicas. La noción ó idea de los mantos hace fácil la interpretación de los hechos, pues tenemos aquí dos mantos opuestos comparables á los que hemos estudiado en la región SO. del Tibidabo; con la diferencia que aquí en Moncada han sido afectados por una série de pliegues, por decirlo así, isoclinales, sobrepuestos unos á otros; el manto inferior comprende aún lidianas y adinolas asociadas á pizarras ordovicienses, mientras que el manto segundo está constituído por pizarras ordovicienses cubiertas por calizas de la serie devónica.

Por efecto de plegaduras del manto inferior, se forman á trechos anticlinales constituídos por lidianas y adinolas y pizarras ordovicienses, estandoocu padas las sinclinales correspondientes por el Devónico. Confirma nuestra manera de ver, el que las lidianas del afloramiento más alto se prolongan por la cara oriental de la

(1) No obstante, en las vertientes, señaladamente en la NO. O., aparecen pliegues numerosos, alguno caído, asomando en ellos las lidianas y adinolas lo mismo que las pizrras gotlandienses blancas y ampelíticas, según se puede ver encima la Font Pudenta, casi al nivel de la vía férrea.

colina por debajo la masa calcárea que la corona, y entre este y las lidianas hay una masa de pizarras ordovicienses.

Toda la parte superior de la colina es comparable á la porción del segundo manto, tal como se extiende entre can Amigonet y Santa Creu de Olorde. Por encima las pizarras ordovicienses se ven á trechos pizarras gotlandienses, luego calizas devónicas en las que, apesar de su gran espesor, se distinguen numerosos pliegues.

Lo que distingue esta colina de Moncada de la de Santa Creu, no es tanto la disposición de los tramos que la integran, como la presencia de un tercer manto superior á los otros dos. A unos veinte metros de la cumbre en que están las ruinas aparecen, en medio de sinclinales de calizas grises con grandes *Orthoceras*, pizarras gotlandienses con *Graptolites*. Tales afloramientos son en número de cuatro: el que está en la parte más alta contiene un isleo de caliza devónica metido, por decirlo así, en las pizarras gotlandienses.

Estas pizarras y el isleo de caliza devónica que envuelven, corresponden á un tercer manto, del que no subsisten más que los girones cogidos entre pliegues sinclinales que les han protegido ó librado de las erosiones.

En esta colina de Moncada hemos, pues, reconocido un manto inferior, constituído por lidianas y adinolas carboníferas y quizá también por una porción de pizarras ordovicienses subyacentes, siendo, por tanto, comparable el manto inferior de la extremidad SO. del Tibidabo, tal como se presenta entre can Amigonet y Santa Creu de Olorde.

Encima de este manto descansa otro, integrado por el Ordoviciense, el Gotlandiense y el Devónico; siendo, en consecuencia, su composición la misma del segundo existente en la región de Santa Creu y en otros sitios, en que lo hemos visto más completo. Pero en Moncada hay además un tercer manto muy reducido en superficie y en espesor. De este, ningún girón ni traza hemos hallado en el otro extremo del Tibidabo; más esto no significa que no haya allí existido, puesto que puede haber desaparecido por la erosión.

En esta región de Moncada los mantos buzan todavía hácia el NO., inclinándose gradualmente hácia el Vallés ó Besós.

Por la semejanza de composición y de la disposición de los mantos en los dos extremos del macizo, nos sentimos inclinados á admitir que estos son unos mismos mantos que se extendían de Papiol á Moncada, en la vertiente septentrional del Tibidabo. El estudio sobre el terreno nos da la mayor certeza de este hecho, porque en una gran extensión del Tibidabo los mantos han desaparecido por la erosión y no queda más que el substratum pizarroso. Es de notar que en los dos extremos de esta mole la altura de los mantos disminuye rápidamente, de suerte que, en la época en que se produjeron, existirían ya una suerte de depresiones, por las que pasaron al final de la era terciaria los ríos Besós y Llobregat.

El estudio de la vertiente septentrional nos puede suministrar algunas indicaciones relativas al sentido del movimiento de empuje, al cual son debidos los mantos, pues hemos visto que todas las capas están inclinadas hácia el NO., lo

mismo las del substratum que las de los mantos, mientras que los buzamientos hácia el S. son excepcionales y enteramente locales.

Con todo, más que el sentido de los buzamientos y de las laminaciones, hay la semejanza de facies entre los sedimentos primarios que entran en la composición de los mantos del Tibidabo y los de la misma edad de la región pirenaica y de la Montaña Negra, lo cual nos lleva á admitir la hipótesis de un empuje hácia el S.

En la vertiente meridional de la misma mole hallarémos muchos hechos comparables á los que acabamos de estudiar; pero hay otros que son nuevos y revisten particular interés.

Todos los términos de la série paleozóica bien desarrollados y con los caractéres que hemos en ellos reconocido, afloran en la colina de Vallcarca, con la diferencia de hallarse estos afloramientos á alturas muy inferiores á aquellas en que hemos encontrado los mismos horizontes en la vertiente opuesta.

Dada en la region la existencia de mantos recubrientes, viene á la mente á la primera impresión, el pensamiento de si esta serie pasaría por debajo el Tibidabo, el cual, en tal caso, estaría constituído por mantos sobrepuestos. Los agentes erosivos se hubieran llevado un enorme espesor de sedimentos pertenecientes á los mantos, por efecto de lo cual aparecería en la superficie el verdadero substratum.

Empero, los hechos no confirman esta hipótesis; y el estudio detallado de los diversos afloramientos, nos lleva á la conclusión de que la disposición de las capas y el aire de las mismas continúan siendo las que hemos notado en la vertiente septentrional.

En efecto, en muchos puntos las lidianas y adinolas carboníferas se presentan intercaladas en medio de las pizarras ordovicienses, cuya disposición es idéntica á la del manto inferior situado entre can Puig y Santa Creu de Olorde. De la misma suerte se presentan en la vertiente meridional junto á can Baró, cerca del Mirador del cerro de la Rovira; en el camino de Ntra. Sra. del Carmelo y en el que baja del colladito de este nombre á Barcelona, en el colladito de Angirot y en el camino de can Mora. Estos afloramientos están á alturas muy distintas unas de otras, lo cual es efecto de la dislocación tan acentuada de las capas en esta vertiente.

A trechos las lidianas y adinolas están cubiertas por la grauwacka carbonífera; en algún punto sobre el carbonífero se ven todavía las pizarras rojas del nivel de Tremadoc; en todo caso, está cubierto por las pizarras ordovicienses, con frecuencia magulladas y laminadas, sobre las que descansan calizas devónicas de bastante espesor. Hay puntos en que van intercaladas pizarras negras gotlandienses entre las ordovicienses y las calizas devónicas, idénticas á las de la vertiente septentrional, las cuales en varios sitios revisten gran espesor.

Esto depende de numerosos pliegues que hacen aparecer repetidas veces las mismas capas, como es fácil verlo en las canteras que hay allí abiertas.

Al O. de Vallcarca existe un pliegue sinclinal muy agudo, en el que la serie primaria es completa. Encima las lidianas y adinolas cubiertas por grauwacka carbonífera, descansan á su vez pizarras rojas purpúreas con *Asaphellus* (1).

Pertenecen á un manto superior, pero los agentes erosivos han hecho desaparecer en muchos casos el Carbonífero y el Devónico superior.

Corte del Tibidabo á Vallcarca (*)

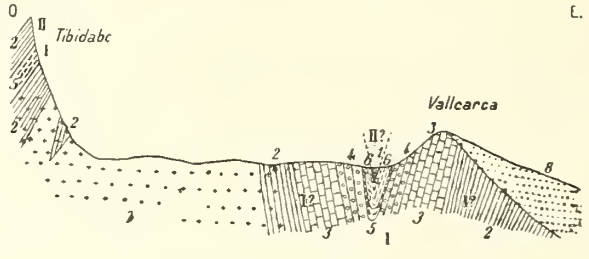


Fig. 16.

1.—Pizarras del nivel de Tremadoc.
2.—Pizarras ordovicienses.
3.—Calizas del Devónico inferior y medio.
4.—Calizas del Devónico superior.
5.—Lidianas del Tournaciense inferior.
6.—Grauwackas del Tournaciense superior.
7.—Postpliocénico.
I. I.—Manto primero? II. II.—Manto segundo?
Escala de las longitudes: 1 por 40.000.

Más al E., junto á can Baró, la grauwacka carbonífera cubre directamente las calizas devónicas, sin que haya trazas de lidianas ni adinolas intercaladas. Como en este punto hay pliegues de caracter brusco, que corresponden ciertamente á accidentes tectónicos, no hay motivo para deducir de ello la existencia de una laguna en la série sedimentaria.

En resúmen, en la vertiente meridional del Tibidabo hemos reconocido la existencia de dos mantos, cuya constitución es idéntica á la de los dos primeros de la vertiente septentrional. Esta identidad nos conduce á creer que ambos mantos son los mismos, sin que, no obstante, nos atrevamos á afirmarlo. En tal caso la porción oriental de estos se encontraría á un nivel de unos doscientos metros más abajo que la occidental; y su aspecto en este lado de Barcelona presentaría un aire más revuelto que en Papiol.

Esta diferencia de nivel y de aspecto revuelto se explica por hundimientos que se habrían originado en la vertiente oriental, muy sensiblemente en la época de

(1) Estas pizarras, por sus caractéres litológicos, fueron asimiladas desde un principio á las del nivel de Tremadoc; después los restos mal conservados de *Asaphellus*, atribuídos á *Phillipsia*, las hizo colocar en el Carbonífero (Crónica científica, 1891, pág. 468). Pero últimamente M. Barrois ha reconocido que los tales restos de Trilobites pertenecían efectivamente al género *Asaphellus*, al igual que los de las pizarras purpúreas de can Puig (Papiol).

(*) Cliché del «Bull. de la Soc. géol. de France».

formación de los mantos y también con posterioridad á los mismos, según vamos á ver.

No es posible fijar la edad precisa del empuje en cuestión, orígen de estos mantos; sabemos que fué posterior á los depósitos de las lidianas y hasta de la grauwacka tournaciense, puesto que ambas forman parte de los mismos mantos; por otro concepto hay un isleo del Trias en estratificación discordante de las capas paleozóicas, que descansa encima de estas cerca de la capilla de Ntra. Señora del Coll; luego el empuje debe ser anterior al Trías. Tales hechos nos inducen á creer que los mantos del Tibidabo son de la misma edad que los que integran el terreno paleozóico del Languedoc, esto es, que datan de un período comprendido entre el depósito de Visé y el del Estefaniense.

Los agentes erosivos que han hecho desaparecer una gran cantidad de sedimentos en la vertiente meridional, han puesto al descubierto el granito que aflora en medio de las pizarras en superficies de extensión muy diversa. El afloramiento representado en el corte precedente (fig. 16) es uno de los más importantes.

En la proximidad del granito, las pizarras son maclíferas; pero á trechos, aún á cierta distancia de la roca eruptiva, las pizarras continuan siendo maclíferas. Este metamorfismo está en relación con fracturas que han permitido una acción más directa de los cuerpos mineralizadores del granito sobre las pizarras.

Al contacto de aquel, las pizarras, que parecen pertenecer al piso ordoviciense, son maclíferas y además satinadas; pero en ningún sitio hemos encontrado pizarras gneisificadas, como acontece frecuentemente en parecidas condiciones de yacimiento.

Tampoco hemos visto que los bloques de pizarras envueltos por el granito se presenten más metamorfoseados, apesar de estar sumergidos en la misma masa de esta roca.

Sólo en un sitio hemos encontrado caliza metamorfoseada por el granito, y es en las cercanías de Vallcarca, cerca can Andala. Esta caliza es muy cristalina, existe en muy escasa cantidad y recuerda los mármoles cipolinos de los gneiss de la Montaña Negra, por lo que había sido atribuída al piso Georgiense (1), pero como este piso no existe en la región de Barcelona, puesto que las solas calizas que se encuentran en ella son devónicas, es mucho más probable que la tal caliza cristalina sea también devónica. Por otra parte, en este sitio las dislocaciones son tales, que es imposible darse cuenta del manto á que pertenecen; pero es indudable que las pizarras metamorfoseadas y las calizas en cuestión corresponden á los mantos en que nos hemos ocupado. La erupción del granito, es, pues, posterior á la formación de los mantos, esto es, á la deposición del Carbonífero inferior, como sucede en el de los Cevennes (2) y de los Pirineos (3).

---

(1) Bull. Soc. Géol. France, 3.ª ser. T. 26, pág. 764, 1898.

(2) J. Bergeron.—C. R Ac. Sc.: Séance d. 8 février 1904. Bull. Soc. Géol. France, 4.e sér. T. 4, página 180.

(3) C. R. Ac. Sc. CXXXI. Séance du 24 décembre 1900.

Dado el caracter de las rocas básicas muy alteradas que hemos señalado en el Tibidabo, no hay duda que su emisión es igualmente posterior á la formación de los mantos.

El hundimiento por efecto del cual han bajado los mantos más de doscientos metros en la vertiente meridional del Tibidabo, parece haber sido producido por el juego de una falla á la que corresponden los afloramientos del granito. Es de notar que á ambos lados de la masa granítica, las pizarras han sido inyectadas de esta roca y metamorfoseadas de la propia manera, lo mismo las de los mantos que no han sufrido descenso alguno en la parte N. de la mole del Tibidabo, que en las hundidas en el lado S. ó región de Vallcarca, y han sufrido la acción metamorfoseadora del granito en la posición relativa en que las vemos.

Precisamente la erupción de esta roca es posterior á la formación de la falla y hundimiento de la vertiente meridional, el cual es, en consecuencia, posterior al Carbonífero.

Los macizos que se encuentran al N. del río Besós y al S. del Llobregat no solamente contienen los mismos terrenos paleozóicos, sino que se ven en ellos las mismas sobreposiciones anormales que en el Tibidabo.

Este no constituye, por tanto, un macizo aislado con estructura especial en medio de depósitos terciarios y actuales; en realidad de verdad no es más que un fragmento de una cadena montañosa que se extendía hácia el NE. hasta los contornos de Gerona, y al S. del Llobregat desaparece rápidamente debajo los depósitos secundarios. Tal cadena existía ya en la época del Carbonífero, y por su flanco N. se extendieron los mantos recubrientes que procedían de una vasta región septentrional, que parece se extendía desde el S. de Cataluña hasta el N. de los Cevennes. Ya hemos indicado la identidad de facies de los pisos paleozóicos en el Languedoc, en la región pirenaica y en Cataluña. Pero esta identidad no puede explicarse, sin admitir la comunicación franca de estas regiones entre sí y por tanto, es debido á que correspondían á una misma depresión que vino á ser ocupada sucesivamente por todos los mares paleozóicos. Tal depresión existía en el mismo estado aún durante el período triasico, puesto que los tres pisos de este terreno se encuentran asimismo en ella, sin que pueda, con todo, afirmarse que se presentára en los principios de la era secundaria, en las mismas condiciones que durante la primaria. Sea como fuere, podemos afirmar que la mole del Montseny, que se levanta entre los Pirineos y la cadena litoral de Cataluña, no existía á la sazón como relieve ó prominencia acentuada, puesto que es de formación postaquitaniense. Los mantos de Cataluña, pues, lo mismo que los de la Montaña Negra, avanzaban desde esta depresión hácia una cadena que formaba parte ó integraba arrugas ó pliegues hercinienses.

Lo que notamos respecto de la cadena catalana, al nivel de Barcelona, no corresponde más que á una parte del flanco septentrional de esta; el resto que está situado al SE. del Tibidabo y que debía ser mucho más importante, ha desaparecido por hundimiento en el Mediterráneo, en la era terciaria. Sabemos, con

todo, que habían ya ocurrido hundimientos de este terreno con posterioridad al Carbonífero inferior y al empuje de los mantos recubrientes que constituyen el principal objeto de esta Memoria.

Tal vez los mares de la era secundaria invadieron ya una parte, sino todo, el espacio por ellos invadido de la cadena catalana, por efecto de los primeros hundimientos.

Pero sea lo que fuere, nos consta ya de una parte que quedan isleos triásicos cogidos entre pliegues, y de otra que los terrenos primarios desaparecen al S. del río Llobregat debajo el Jurásico, y más al S. todavía debajo el Cretácico inferior.

Nos consta además que durante los períodos eocénico y oligocénico hubo corrientes de agua que bajaban de esta cadena catalana, arrastrando los cantos rodados que constituyen los conglomerados del Montserrat, y á juzgar por el enorme espesor de estos, la región montañosa que los ha suministrado, debía tener gran altura y no poca extensión hacia el S. Más no cabe duda que durante los períodos siguientes, miocénico y pliocénico, algunas fallas de gran extensión ó amplitud han obrado á lo largo de la costa actual, habiendo quedado hundida en el mar la parte principal de la cordillera. Además hay que tener presente que á todo esto han acompañado profundas y multiplicadas erosiones, abarrancando la parte que de ella quedaba, siendo obra de las mismas las rasgaduras de ambos extremos del Tibidabo, las cuales estarían ya esbozadas, como se dijo arriba, en la época de la formación de los mantos, por más que las acentuara más tarde la acción erosiva de las corrientes pluviales y marinas, que venían del E. y avanzaban hácia el O. de la cadena catalana.

Todas estas dislocaciones terciarias anduvieron acompañadas de la producción de pliegues; pero no parece que haya habido en esta región formación de nuevos mantos en la era terciaria, como ha ocurrido en las regiones pirenáica y alpina.

Esta teoría de los mantos recubrientes que, como se ha podido reconocer por lo que precede, explica todas las anomalías estratigráficas del Tibidabo, encuentra aplicación fuera de Cataluña. Y, en efecto, M. R. Nicklès ha señalado fenómenos de corrimiento en la zona subbética (1), y no es de dudar que lo mismo sucede en otras regiones de España, país verdaderamente privilegiado desde el punto de vista de la Geología.

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. 1.ª Serie, T. IV. pág. 223.

PRESENTED
16 JAN. 1906

APPLICATION DE LA THÉORIE DES NAPPES

DE RECOUVREMENT À L' ÉTUDE DU MASSIF DU TIBIDABO PRÈS BARCELONE

PAR

MM. JAIME ALMERA et JULES BERGERON

I.—*Résumé de la théorie des nappes de recouvrement.*

II.—*Étude du Tibidabo.*

I

De tous temps les montagnes ont été considérées comme l'emblème de la stabilité et le proverbe qui veut «qu'il n'y ait que les montagnes qui ne se rencontrent pas», est l'expression de cette conviction populaire. Seuls les poëtes anciens se sont permis de les faire entasser par les Titans les unes sur les autres; mais ce sont là vieilles images qui n'ont même plus cours dans le langage poëtique. Cependant c'est le moment que prennent les Géologues pour parler du cheminement et de l'entassement des montagnes; et, qui plus est, ils en parlent comme de faits précis, relevant de l'observation et n'ayant rien de commun avec les fictions poëtiques anciennes. D'ailleurs jamais imagination de poëte n'a rien conçu de plus grandiose, on peut même dire de plus fantastique, que ce que nous commençons à entrevoir dans le domaine de l'Orogénie.

Cette branche de la Géologie, qui s'occupe spécialement du mode de formation des montagnes, ne compte guère que trois quarts de siècle d'existence, et elle est encore peu avancée. On peut dire néanmoins que dans ces quinze dernières années elle a fait un grand pas, par suite de l'introduction dans la science de la notion des nappes de recouvrement.

Le fait fondamental sur lequel repose toute théorie orogénique est le redressement, dans les régions montagneuses, de couches de terrains qui sont restées horizontales dans la plaine. Élie de Beaumont, en 1829, admettant le refroidissement progressif du globe terrestre, expliqua la formation de ces redressements ou reliefs par des contractions du noyau interne. L'écorce ou enveloppe, ayant une surface plus grande que celle du noyau qu'elle entoure, mais devant cependant, sous l'action de la force centripète, rester appliquée contre lui, a été obligée de se ployer, de se plisser. De là est résultée, à la surface de la terre, la formation de vraies rides ou de remplis, comme en ferait une étoffe trop large, pour s'appliquer sur le corps qu'elle doit mouler.

Rien n'est venu modifier cette interprétation des faits; mais l'étude detaillée des chaînes de montagnes a montré qu'à la notion de simples remplis, il faut substituer, dans bien des cas, celle de plis multiples, à allure des plus singulières.

Dans la région des Alpes, par exemple, on a signalé depuis longtemps et à maintes reprises, des superpositions anormales de couches plus anciennes reposant parfois sur des couches plus récentes. D'autres fois, ce sont des lambeaux de couches apparaissant comme des inclusions au milieu d'assises d'autre âge que le leur. Bien des explications de ces faits avaient été données, mais aucune ne satisfaisait complètement l'esprit. C'est l'honneur de MM. Bertrand, Kilian et Lugeon, pour ne citer que les premiers qui aient abordé l'étude méthodique des difficiles problèmes de la tectonique alpine, d'avoir établi d'une façon irréfutable que les successions anormales d'étages correspondaient à des superpositions de plis avec étirements, laminages et disparition de certains horizons, en un mot, à des phénomènes de recouvrement.

Ce sont ces phénomènes que nous voulons étudier tout d'abord, puis nous verrons comment appliquer cette théorie des nappes de recouvrement à l'étude des terrains anciens de la région de Barcelone.

Avant de faire toute étude tectonique, il est absolument nécessaire d'établir de façon certaine, en s'appuyant soit sur les caractères paléontologiques, soit sur les caractères lithologiques, à défaut des premiers, l'âge des assises considérées. C'est la seule manière de se rendre compte si les superpositions sont normales ou non et dans le cas où elles sont anormales de reconnaître en quoi elles le sont. Nous supposerons donc, dans ce qui va suivre, que l'âge des assises et par suite leur ordre régulier de superposition est parfaitement établi par des études préalables.

Pour comprendre comment ont pu se produire les nappes de recouvrement, il est nécessaire de partir des rides les plus simples de l'écorce terrestre et de suivre progressivement leurs transformations, de manière à arriver aux cas les plus compliqués de la tectonique. Nous n'aurons pas besoin d'ailleurs, ne voulant faire qu'une simple application de la théorie au massif ancien de Barcelone, de considérer le maximum de complications tel qu'il se rencontre dans les Alpes; nous n'aurons donc pas à pousser tres-loin notre étude théorique.

Nous supposerons, pour commencer, qu'un effort de contraction de l'écorce

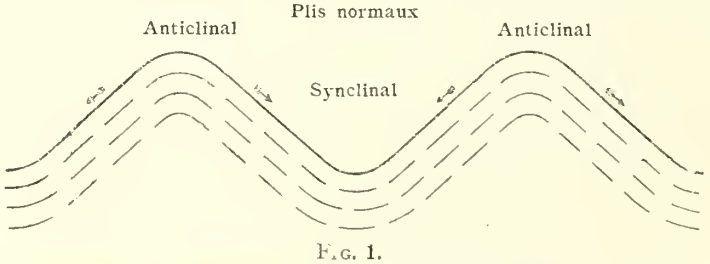


Fig. 1.

terrestre ait abouti à la formation d'un pli ou de plusieurs plis les plus simples qui soient. Ce seront des plis saillants ou en dos d'âne, dont les flancs plongent en sens contraire l'un de l'autre; de là le nom d'*anticlinaux* donné à ces plis (fig. 1).

Entre ces deux plis saillants ou anticlinaux, s'en trouve un qui est creux ou en fond de bateau et dont les deux flancs plongent dans le même sens (fig. 1). On l'a appelé pour cette raison pli synclinal.

Si la pente des flancs est la même, le pli est dit normal (fig. 1). Mais souvent, sous l'action de la poussée qui l'a produit, le plan axial du pli est oblique et les flancs présentent une dissymétrie plus ou moins accusée; le pli est dit alors obli-

Plis obliques

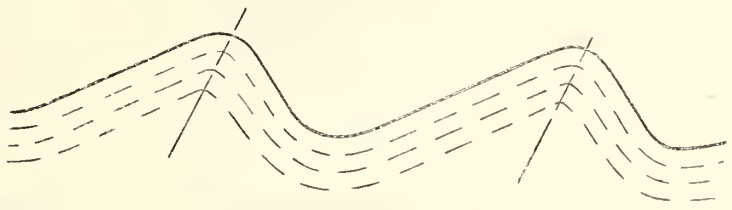


Fig. 2.

que ou déjeté (fig. 2). Si la poussée est plus forte, la dissymétrie est plus accusée: le pli est renversé. Il peut arriver à se coucher sur un de ses flancs, alors il est dit couché (fig. 3) (1).

Pli couché

Fig. 3.

Plusieurs plis présentant la même allure, une de celles que nous venons de définir, peuvent se rencontrer juxtaposés les uns aux autres, les anticlinaux étant séparés les uns des autres par des synclinaux, leurs flancs restant d'ailleurs paral-

(1) Pour mieux donner l'idée de la façon dont ces plis peuvent se présenter sur le terrain, nous avons supposé, dans les figures 4 et 5, que des érosions avaient enlevé une partie des couches, celle où ces dernières sont représentées avec des traits pointillés.

lèles entre eux. Alors ils sont dits *isoclinaux*, et suivant la position de leur plan

Plis isoclinaux renversés

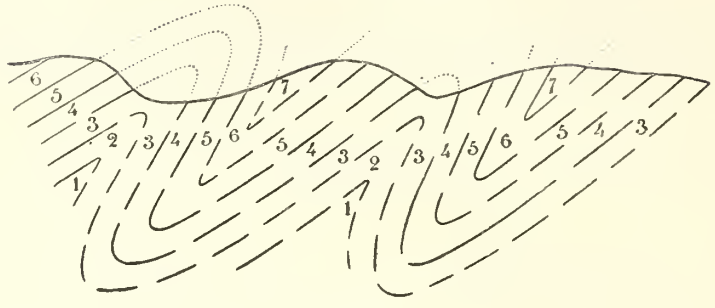


Fig. 4.

axial, ils seront: *isoclinaux droits*, *isoclinaux renversés* (fig. 4), *isoclinaux couchés* (fig. 5).

Plis isoclinaux couchés

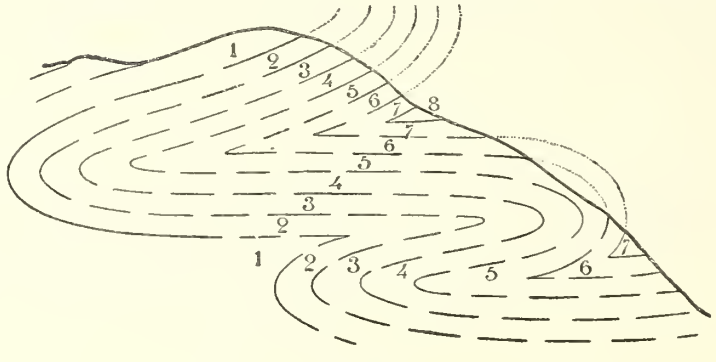


Fig. 5.

Dans ce qui précède nous avons supposé qu'il ne se produisait dans les éléments constitutifs du pli aucun déplacement relatif. Mais il n'en est pas toujours ainsi; ou peut même dire qu'il en est rarement ainsi lorsque les plis sont obliques, à plus forte raison quand ils sont renversés et surtout quand ils sont couchés.

Toutes les roches étant plastiques, bien entendu à des degrés différents, ces mouvements dans les éléments constitutifs des plis aboutissent à des étirements des couches constituant les flancs et à une augmentation d'épaisseur, par écoulement de la matière, au niveau des charnières des plis. On a affaire alors à des plis à

flanc médian étiré (fig. 6). Mais cet étirement peut être accompagné de déchirures

Pli étiré

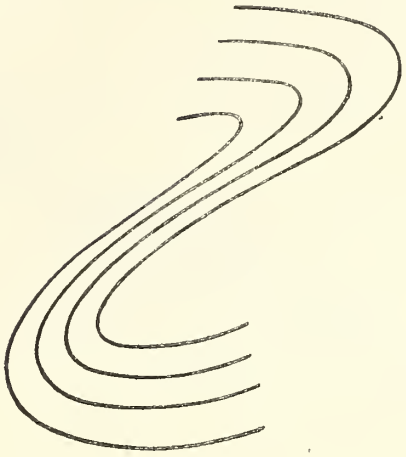


Fig. 6.

du flanc, et alors celui-ci ne subsiste plus qu'à l'état de lambeaux (fig. 7). Nous arrivons ainsi progressivement au cas où le flanc renversé est réduit pour ainsi

Pli avec lambeau de poussée

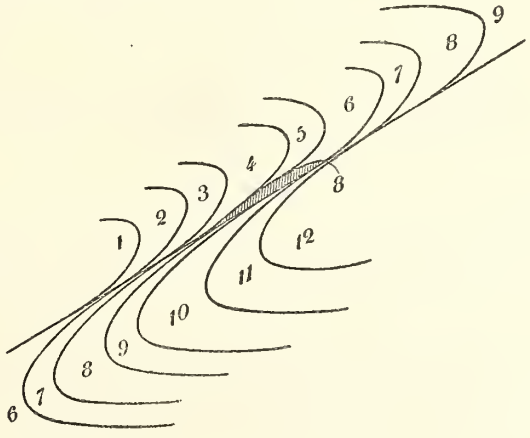


Fig. 7.

dire à un plan de glissement. Il se produit alors des contacts anormaux; c'est le

cas du pli faille (1) (fig. 8). Si on ne le considère que dans la partie où les contacts sont anormaux, le pli faille se présente comme une faille inverse.

Pris dans son ensemble, et en lui supposant un grand développement, un tel

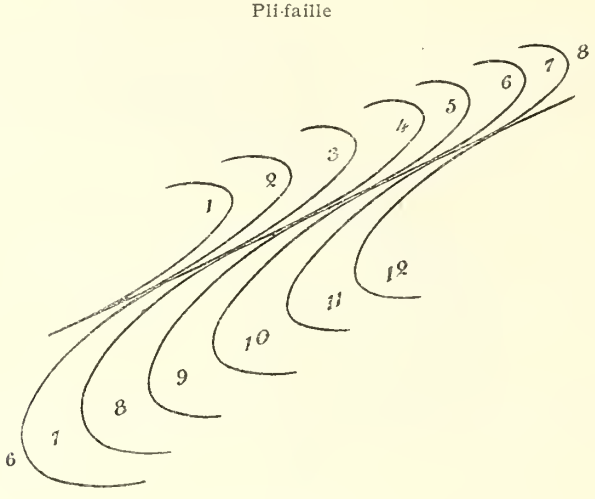


Fig. 8.

pli forme sur les assises restées en place, une vraie *nappe de recouvrement* (fig. 9). Elle est caractérisée par ce fait que des terrains plus anciens recouvrent des terrains plus récents.

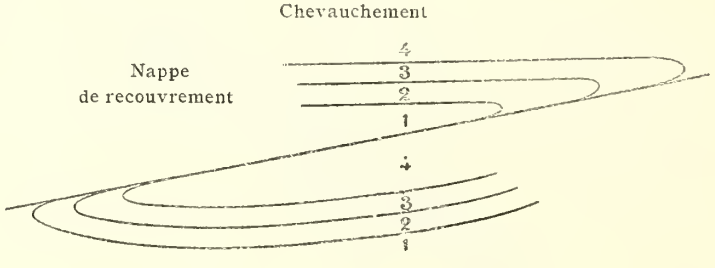


Fig. 9.

L'allure de toutes les assises de la nappe et de son substratum peut être la même et alors il y a concordance apparente de stratification entre eux, ils for-

(1) On donne le nom de faille à une cassure de l'écorce terrestre qui s'est produite avec un déplacement relatif des deux bords de la cassure. La faille est directe quand le massif de roches situé à la partie supérieure de la faille (ou toit) a glissé sur celui qui est resté en place (ou mur), de manière a se trouver à un niveau inférieur à celui qu'elles occupaient primitivement. La faille est inverse quand ce même massif est remonté le long de la cassure.

ment une série continue dans laquelle il n'y a que la paléontologie et parfois la lithologie, qui permettent de reconnaître une superposition anormale.

Généralement les genous des plis ne se voient plus; ils ont été enlevés par érosions; ce sont en effet les parties du pli où l'action des eaux sauvages doit s'exercer avec le plus d'activité, car les couches y sont forcément le plus disloquées. Par contre, les parties correspondant aux flancs étirés se recontrent le plus fréquemment. D'abord elles occupent une bien plus grande surface, puis les strates y sont mieux disposées, étant généralement moins tourmentées dans leur allure, pour résister aux érosions.

Mas loin de présenter autant de régularité que sur la figure 9, les nappes, dans leur mouvement de progression, ont pu subir certaines modifications dans leur composition. La plasticité n'étant pas la même pour toutes les roches et variant suivant leur constitution lithologique, les assises se comportent différemment les unes des autres. Certaines se rencontreront d'une façon constante sur toute l'étendue des nappes (fig. 10, étage 1 de la nappe inférieure I); elles pourront

Nappes en superposition

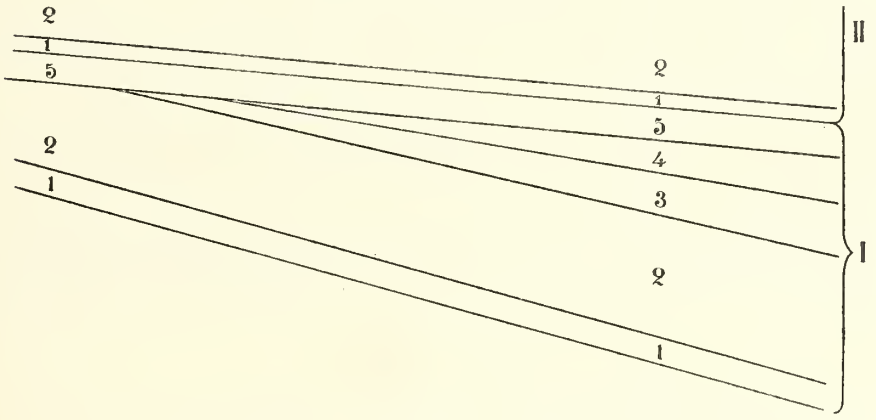


Fig. 10.

occuper, par exemple, la base des nappes et servir en même temps de matière lubréfiante; d'autres, sous le poids des couches qui les surmontent et sous l'action du refoulement, se lamineront et finalement disparaîtront d'une nappe, sans que les couches inférieures et supérieures laissent soupçonner d'une façon quelconque la disparation mécanique des couches intercalaires. Il semblera alors qu'il y ait des lacunes dans une série d'apparence régulière (fig. 10, étages 3 et 4 de la nappe inférieure I).

D'autres fois, des bancs de roches dures, compactes, sans plasticité comme certains calcaires, se briseront, se fragmenteront sous l'action des mêmes forces que nous signalions plus haut; les débris en seront entraînés par les assises immé-

diatement en contact, dans leur mouvement de translation; mais au fur et à mesure que les nappes progresseront, ces débris s'isoleront les uns des autres, ils seront disséminés comme des îlots (klippes des géologues allemands) au milieu de sédiments d'un autre âge (fig. 11).

Formation des Klippes

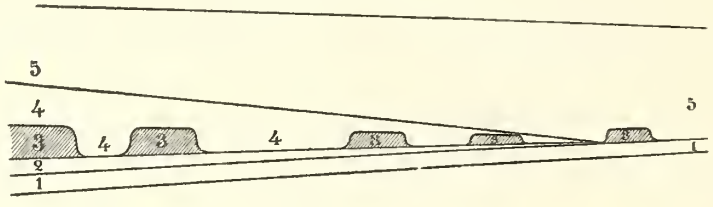


Fig. 11.

Sous l'action continue de la poussée qui a engendré une nappe, celle-ci peut se plisser et donner naissance à une nouvelle nappe passant sur la première. Cette disposition peut se reproduire plusieurs fois, puisque théoriquement, le nombre des nappes n'est pas limité; il dépend en réalité de l'inclinaison du substratum et de celle des nappes antérieurement déposées, de la composition lithologique des nappes et surtout de la grandeur de la force qui a provoqué le mouvement de refoulement. En réalité il n'est jamais très grand; d'ailleurs les érosions ayant fait disparaître, dans la plupart des cas, une grande épaisseur de sédiments, nous ne voyons jamais, celà est du moins très vraisemblable, qu'une partie des nappes qui ont pu se former.

Parfois une nappe, au lieu de se plisser en formant de grandes nappes en superposition les unes sur les autres, donne une série de plis isoclinaux dans lesquels

Structure imbriquée

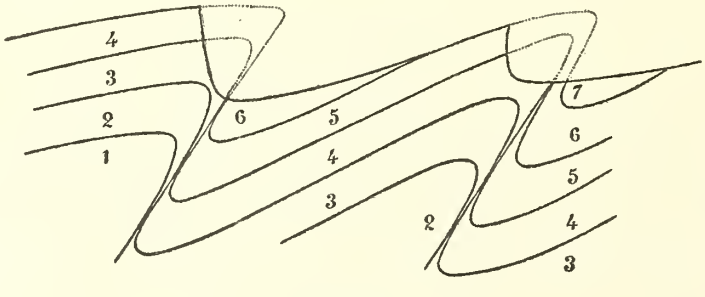


Fig. 12.

il y a disparition d'un flanc dans chaque pli; c'est ce que l'on appelle des *écailles*, et cette structure est dite imbriquée (fig. 12).

Etant données les variations de composition qui peuvent se reproduire dans

une même nappe, durant son chevauchement, il n'est pas extraordinaire que plusieurs nappes en superposition présentent des compositions différentes. Une pareille disposition ne peut faire autrement que de compliquer l'interpretation des faits.

Mais ce qui crée le plus de difficultés ce sont les plissements, les dislocations, les failles, de formation postérieure à celle des nappes; ils amènent des contacts anormaux dans des séries déjà anormales par elles mêmes. Enfin les érosions en enlevant le plus souvent les genoux des plis, en isolant des lambeaux dans des nappes primitivement continues, ne laissent subsister aucun indice certain qui pourrait mettre sur la voie de la théorie à suivre. Il faut reconnaître cependant que ces mêmes érosions rendent parfois de grands services, en entamant sur de grandes hauteurs des massifs qui nous fournissent alors des coupes d'après lesquelles il est facile de reconnaître la structure en nappes.

Telle est, exposée aussi succinctement que possible, la théorie des nappes de recouvrement. Ce que nous avons dit suffit pour faire comprendre comment, partant de faits absolument extraordinaires au point de vue stratigraphique, on peut arriver a en donner une explication en suivant la marche inverse de celle que nous avons suivie. Nous allons montrer comment procéder en prenant pour exemple le massif paléozoïque des environs de Barcelone.

II

Lorsqu'on étudie les terrains primaires de cette région on est frappé du grand nombre d'étages qu'on y reconnaît, mais surtout de la façon singulière dont sont disposés les uns par rapport aux autres les sédiments correspondant à ces étages. Il nous a paru qu'il fallait chercher si, conformément à ce que nous avons exposé plus haut, il n'y avait pas lieu d'appliquer la théorie des nappes de recouvrement (1).

Nous avons dit que la première condition pour faire de la bonne tectonique consistait à faire de la région en question une étude approfondie aux points de vue paléontologique et stratigraphique. Or cette étude avait été faite avec un plein succès par l'un de nous (2) et nous pouvions aborder le massif ancien de Barcelone en toute sécurité: tous les horizons géologiques nous en étaient connus.

Nos études tectoniques n'ont porté que sur les assises primaires du massif montagneux qui s'étend au N. de Barcelone et dont le point culminant (532 m.) a reçu le nom de Tibidabo, sous lequel nous le designerons dans son entier. Il est constitué par une série de croupes dont l'ensemble a une forme allongée et orientée suivant une direction NE.-SO. A ses deux extrémités les altitudes diminuent

(1) Nous avons exposé déjà notre manière de voir dans les C. R. Ac. Sc. de Paris, 1904. Séance du 20 juin.—Bull. Soc. Géol. Fr. 4e s., T. 4, p. 706.

(2) Jaime Almera.—Notice de la feuille n.º 1 de la Carte Géologique de la Province de Barcelone, de 1900.

rapidement; il est limité vers le N. par la vallée du Besós et vers le S. par celle du Llobregat; il est bordé au SE. par la mer. Il semble donc former un îlot distinct de la chaîne qui borde la côte de la Catalogne.

Ce massif est constitué presque exclusivement par des terrains primaires sur lesquels reposent quelques rares lambeaux de Trias en discordance de stratification; son socle, pour ainsi dire, est recouvert presque partout par des sédiments tertiaires, le loess, très épais et parfois profondément raviné par des érosions recentes, recouvre indifféremment le tertiaire ou le primaire des régions basses.

Les étages primaires reconnus dans le massif du Tibidabo sont les suivants:

Schistes (grauwacke) à végétaux.	Partie supérieure du Tournaisien (Carbonifère inférieur).
Lydiennes et adinoles comparables aux mêmes roches du Languedoc, dans lesquelles ont été trouvés des *Glyphioceras*.	Partie inférieure du Tournaisien (Carbonifère inférieur).
Calcaires compacts gris à grands *Orthocères* identiques à ceux du Languedoc qui correspondent au niveau à *Cypridines* du Hartz. .	Dévonien supérieur. (Horizon tout-à-fait supérieur).
Calcaires compacts souvent colorés en rouge ou avec des parties rouges, identiques aux marbres griottes et incarnats du Languedoc qui renferment des *Clyménies*.	Dévonien supérieur.
Calcaires vacuolaires à concrétions ferrugineuses idéntiques aux calcaires à *Chiloceras curvispina*.	Dévonien supérieur. (Partie inférieure).
Calcaires à *Tentaculites* et *Phacops*.	Dévonien inférieur.
Schistes à *Monograptus* et calcaires à *Cardiola interrupta*.	Gothlandien.
Schistes à *Orthis Actoniae*.	Ordovicien supérieur. (Étage de Caradoc).
Grès à *Tigillites*.	Ordovicien inférieur. (Étage d'Arenig).
Schistes à *Asaphellus* et *Niobe*.	Ordovicien inférieur. (Étage de Trémadoc.
Schistes à *Oldhamia*.	Cambrien supérieur.

La série primaire n'est donc pas complète; mais les lacunes ne sont peut être qu'apparentes. Les schistes ordoviciens sont assez épais pour que les horizons non encore reconnus puissent être représentés, comme aussi ils ont pu disparaître par suite de laminages des couches, comme nous l'avons dit plus haut. Il en est de même pour les horizons dévoniens: cependant la disparition de la série comprise entre le niveau à *Tentaculites* et celui à *Chiloceras curvispina,* si elle est calcaire comme il est probable, s'expliquerait mal par un laminage alors que les niveaux calcaires supérieurs ont résisté; il est plus vraisemblable que la masse calcaire, inférieure, très puissante et très homogène, représente le Dévonien infé-

rieur et moyen. Quant aux horizons supérieurs du Carbonifère, s'ils se sont déposés, ils ont pu être enlevés par des érosions antérieures au refoulement général dont nous parlerons plus loin.

Il est à noter que les niveaux présentent des caractères lithologiques très-nets, qui suffisent parfois à faire reconnaître quelques uns d'entre eux, en l'absence de tout fossile; tels sont les schistes à *Asaphellus* et *Niobe* qui sont les seuls rouges; les autres schistes ordoviciens sont d'un vert jaunâtre, très fissiles, se fragmentant facilement, et parfois devenant gréseux. Les calcaires et les schistes du Gothlandien sont généralement noirs ou blancs. La base du Dévonien est formée par des calcaires, parfois dolomitiques, de couleurs claires; il en est de même pour ceux qui doivent représenter le Dévonien moyen. Les différents horizons du Dévonien supérieur sont constitués par des calcaires vacuolaires (calcaires à *Chiloceras curvispina*) ou par des calcaires compacts colorés en rouge (Marbres griottes et incarnats) ou enfin par des calcaires gris (calcaires à grands Orthocères). Un niveau facilement reconnaissable entre tous est celui des lydiennes noires et des adinoles bistres ou gris-jaunâtre du Carbonifère inférieur. Les schistes carbonifères se distinguent des autres parce qu'ils sont légèrement micacés, gris-verdatre, terreux. La constance des caractères lithologiques pour un même étage, comme leur diversité pour les différents étages, a singulièrement facilité notre étude sur le terrain.

Cette même série primaire se retrouve dans la Montagne Noire (1) et dans les Pyrénées (2). Dans la première de ces régions le nombre des étages reconnus est plus grand; mais pour les mêmes horizons, les faciès sont sensiblement les mêmes. Dans les Pyrénées, les niveaux déterminés paléontologiquement sont les mêmes que ceux signalés dans la région de Barcelone et le faciès en est identique. Il semble donc que pendant la période primaire, il y ait eu une même mer occupant les régions actuelles de la Montagne Noire, des Pyrénées et de la Catalogne.

Il ne faudrait pas croire que cette succession telle que nous venons de la donner, puisse se voir en une seule coupe: elle résulte plutôt de la détermination des faunes et de leur assimilation avec celles des autres régions, car il est rare de trouver en un même point un grand nombre de niveaux géologiques en superposition; d'ailleurs comme nous l'avons déjà dit, les superpositions sont très-souvent anormales dans le Tibidabo.

Les roches éruptives sont peu nombreuses dans ce massif et leur rôle, au point de vue tectonique, est peu important. Le granite avec apophyses et filons de granulite occupe une assez grande surface sur le versant méridional. Il est riche en feldspath, souvent tres altéré, kaolinisé, de telle sorte que la roche forme une véritable arène. On y trouve par places des prismes hexagonaux de mica noir

---

(1) J. Bergeron.—Note sur les terrains paléozoïques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Languedoc). Bull. Soc. Géol. Fr. (3) T. 26, p. 867, 1898.

(2) A. Bresson.—Études sur les formations anciennes des Hautes et Basses Pyrénées (Hautes Chaînes). Bull. serv. Carte Géol. Fr. T. XIV. p. 87-135-181.

formés par empilement de lamelles et pouvant atteindre jusqu'à trois centimètres de hauteur. La silice devient abondante dans les parties granulitiques, qui, par suite, présentent plus de résistance à l'érosion et forment des protubérances assez accusées.

Des filons de roches basiques, trop altérées pour pouvoir être determinées avec certitude, coupent en plusieurs points les dépots sédimentaires; ce son très-vraisemblablement des porphyrites.

A ne considérer que la roche la plus fréquente, le Tibidabo est constitué par une masse de schistes ordoviciens dans laquelle il est difficile de faire des distinctions basées sur les caractères lithologiques; ce n'est que sur le versant SE., au voisinage de la masse granitique dont nous venons de parler, qu'ils présentent quelque trace de métamorphisme sur lequel nous reviendrons. Si nous rapportons ces schistes à l'Ordovicien, sans pouvoir préciser de niveaux, c'est parce que leurs caractères lithologiques sont ceux des schistes que nous voyons entre l'étage de Trémadoc et le Gothlandien. C'est tantôt sur ces schistes, tantôt intercalés au milieu d'eux, que se montrent les autres termes de la série paléozoïque; ceux ci d'ailleurs ne sont jamais qu'à l'état de lambeaux. Notre étude portera sur ceux dont les dimensions sont assez grandes pour permettre d'en reconnaître l'allure.

Comme les deux versants du Tibidabo présentent des différences sensibles, nous les étudierons successivement en commençant par celui du NO.

Près du village de Papiol et à l'est, à l'extrémité SO. du massif, les terrains anciens émergent des dépots du Tertiaire supérieur. Sous can (ferme) Amigonet,

Coupe de can Puig à can Amigonet.

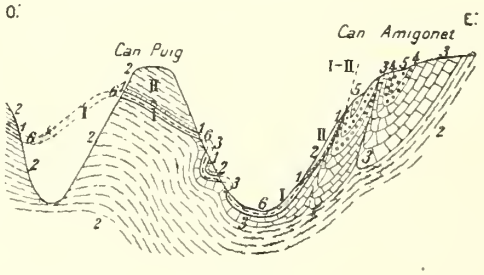


Fig. 13. (*)

1.—Schistes du niveau de Trémadoc.
2.—Schistes ordoviciens.
3.—Calcaires du Dévonien inférieur et moyen.
4.—Calcaires à *Chiloceras curvispina*.
5.—Calcaires rouges et gris du Dévonien supérieur.
6.—Lydiennes et adinoles du Tournaisien inférieur.
II.—Première nappe. II. II.—Deuxième nappe.
Échelle des longueurs: 1:10.000.

(*) Ext. Bull. Soc. Géol. 4e s., T. IV. p. 709.

affleure une masse calcaire composée uniquement de Dévonien. Il est facile, grâce à leur faciès, de reconnaître les calcaires vacuolaires, les marbres rouges et les calcaires gris qui caractérisent l'étage supérieur. Ils sont associés (1), à des calcaires de couleurs claires du Dévonien inférieur et moyen. Mais ces différents calcaires s'enchevêtrent les uns dans les autres de telle sorte qu'il est impossible d'y reconnaître aucune superposition régulière. C'est surtout à l'extremité de la croupe qui supporte can Amigonet que cet enchevêtrement atteint son maximum de complication. Grâce aux caractères lithologiques bien définis de la plupart des assises, il est possible de savoir à quels étages on a affaire et par suite de reconstituer les plis avec étirements auxquels sont dus ces contacts anormaux. Dans le fond du ravin de la fontaine d'Amigonet, les calcaires gris du Dévonien tout-à-fait supérieur sont recouverts par les lydiennes et les adynoles de la base du Tournaisien. Mais ce dernier niveau est recouvert à son tour, ainsi d'ailleurs qu'une partie des calcaires gris du Dévonien supérieur, par les schistes rouges du niveau de Trémadoc. Ils semblent faire suite aux assises sousjacentes comme si on avait affaire à une série parfaitement normale. Ils sont d'ailleurs recouverts en concordance de stratification par les schistes ordoviciens.

Les lydiennes affleurent sur une grande longueur dans le ravin en question, présentant parfois des plis qui en ont augmenté l'épaisseur et qui par suite, ayant résisté d'avantage aux érosions, ont dévié le thalweg du ruisseau. Puis toujours recouvertes par les schistes du niveau de Trémadoc et des autres horizons ordoviciens, elles remontent vers le N., à flanc de coteau et passent au N. de can Puig. Elles reposent d'ailleurs toujours sur la série dévonienne qui les accompagne. Plus au N. les schistes siluriens sortent de dessous les calcaires dévoniens; mais, par suite de l'allure plissée des couches, il y a des alternances de calcaires dévoniens et de schistes siluriens, en grand nombre.

Les mêmes bancs de lydiennes et d'adinoles du fond du ravin, remontent également à flanc de coteau, vers le S., et passent au S. de can Puig. Ils sont encore recouverts par les schistes rouges du niveau de Trémadoc accompagnés d'autres chistes ordoviciens, mais à ces lydiennes et adinoles et aux schistes rouges qui les surmontent, sont associés parfois des calcaires dont l'âge n'a pu être déterminé d'une facon certaine par suite de l'absence de fossiles caractéristiques; les seuls débris organiques qu'on y ait rencontrés sont des fragments de tiges de petites Encrines indeterminables.

Au point de vue lithologique ils rappellent les calcaires du Dévonien inférieur. Nous serions portés à les considérer comme étant de cet âge et comme accompagnant inférieurement les lydiennes. Ces horizons se montreraient ainsi entremêlés les uns aux autres par suite de plissements, de dislocations compara-

(1) Dans aucune des coupes (figures 13, 14, 15 et 16) nous n'avons figuré la limite inférieure de la première nappe, parcequ'il nous a été impossible de la reconnaître; le plus souvent nous avons supposé, pour simplifier les figures, que cette nappe inférieure se réduisait à son terme le plus important, au Carbonifère.

bles aux accidents que nous avons signalés sous can Amigonet. Ces calcaires, quel que soit leur âge, sont toujours peu développés en surface et en épaisseur; ils ne se voient qu'en quelques rares points.

En résumé, à l'ouest du ravin de can Amigonet, les lydiennes et les adinoles reposent directement, et le plus souvent, sur les schistes ordoviciens du substratum, sans interposition de Dévonien, ni de Gothlandien; d'autre part elles sont recouvertes par une série de schistes à la base desquels se montre d'une façon presque constante, le niveau à *Asaphellus*. Cet ensemble de schistes ordoviciens avec intercalation de lydiennes et d'adinoles du Carbonifère inférieur se retrouve encore plus à l'O. dans le ravin de las Barreras; il n'est pas cantonné dans les environs de Papiol et nous l'avons rencontré en bien d'autres points dont nous parlerons plus loin.

Il y a là des faits anormaux dont l'explication ne peut être donnée qu'en se reportant à ce que nous avons dit précédemment des nappes de recouvrement. D'ailleurs certains faits nous mettent sur la voie de ce qui a pu se produire. En effet, nous remarquerons tout d'abord qu'au dessous de can Amigonet les couches sont étirées, froissées; la série primaire y est incomplète et les étages disparaissent progressivement vers le S.; finalement, il ne reste plus de cette série inférieure dans la croupe de can Puig que les lydiennes et adinoles carbonifères reposant sur les schistes ordoviciens, dont une partie appartient sans doute à la série en question et l'autre à un substratum semblant être en place. Il n'y a pas là une transgression du Carbonifère par rapport au Dévonien; les lydiennes et adinoles ne se sont pas déposées là où nous les voyons. Leurs variations très-grandes et très-brusques d'épaisseur correspondent toujours à des accidents; les laminages, les étirements, les disparations et les réapparitions brusques dues à des plis dans le Dévonien, tout indique un mouvement des couches, un refoulement. Un semblable mouvement ne peut être contesté pour les schistes de Trémadoc qui reposent sur cette série inférieure: le fait que ce niveau géologique beaucoup plus ancien que les lydiennes et adinoles les recouvre sur une vaste surface ne peut s' expliquer que par l'existence d'une nappe de recouvrement.

Il y aurait ainsi dans la région de can Amigonet et de can Puig deux nappes en superposition: la première correspondrait à ce que nous avons désigné sous le nom de série inférieure, elle aurait compris primitivement tous les termes paléozoïques reconnus dans la région de Barcelone, et très vraisemblament tous les autres progressivement se seraient réduits, au fur et à mesure de son cheminement, à ses termes extrêmes. La seconde nappe n'est formée là où nous l'examinons, que par les schistes de Trémadoc et des schistes ordoviciens susjacents, mais elle se complète d'ailleurs plus à l'E.

Si nous nous reportons à ce que nous avons dit dans la première partie de ce travail au sujet des laminages, des étirements dans les nappes de refoulement (Vr. p. 8, fig. 12), nous voyons une analogie complète entre nos conceptions théoriques et les faits que nous venons de relater. Cette analogie deviendra de plus en plus

évidente à mesure que nous poursuivrons l'étude des anomalies stratigraphiques des terrains primaires du Tibidabo.

L'ensemble de schistes ordoviciens avec intercalation apparente de lydiennes et adinoles, tel que nous l'avons décrit sous can Puig, s'étend vers le SE. et l'E. On peut s'en rendre compte, grâce aux coupes naturelles fournies par les nombreux et profonds ravins qui se rencontrent dans la partie SO. du Tibidabo, entre Papiol et Santa Creu de Olorde. Les érosions auxquelles ils sont dûs ont entamé les schistes ordoviciens de la deuxième nappe sur une hauteur suffisante pour que les lydiennes et adinoles de la première nappe apparaîssent dans les flancs de ces ravins. Tout cet ensemble d'ailleurs atteint des cotes de plus en plus élevées à mesure que l'on se rapproche davantage de la crête; il y a donc un plongement général du SE. vers le NO.

De tous les affleurements, nous ne signalerons que les plus intéressants. Dans les vallées qui descendent de San Bartomeu, les lydiennes, affectées de plis multiples et serrés les uns contre les autres, ont présenté par places une épaisseur plus grande et par suite aussi, une résistance plus grande à l'érosion; il en est résulté en ces points, un rejet dans le thalweg des ravins. Nous avons eu déjà l'occasion de mentionner un pareil accident dans le ravin de la fontaine de can Amigonet.— Par suite d'ondulations de la nappe, les bancs de lydiennes et d'adinoles se montrent à différents niveaux dans la montée de Molins de Rey à Santa Creu de Olorde. A peu de distance de cet hermitage (fig. 14) les lydiennes sont recouvertes par les grauwackes du Tournaisien supérieur, horizon dont nous n'avions pas encore constaté la présence sur le versant septentrional du Tibidabo. Ce fait a une tres grande importance théorique.

En effet, étant donné que les lydiennes et adinoles n'ont pas encore fourni de fossiles dans la région qui nos occupe et qu'elles sont intercalées en un grand nombre de points au milieu de schistes ordoviciens, de manière à figurer une série bien continue, on peut se demander si elles ne font pas partie de l'Ordovicien, elles aussi. Leur analogie avec celles de la Montagne Noire et du Hartz, ne serait pas suffisante pour établir leur âge carbonifère, en l'absence de tout fossile. Mais la présence de grauwackes certainement carbonifères sur les lydiennes et adinoles en question, c'est à dire, à leur place normale dans une série régulière, est un nouvel argument en faveur de l'assimilation que nous avons faite avec les mêmes roches d'âge carbonifère.

Cette première nappe doit avoir une extension très-grande, car si elle disparaît vers l'est et vers le nord sous une grande épaisseur de schistes siluriens et parfois aussi de calcaires dévoniens, le tout appartenant à la seconde nappe, elle réapparaît encore dans la partie NE. et sur le versant méridional du Tibidabo.

La seconde nappe, constituée d'ailleurs comme nous l'avons déjà vu du côté de can Amigonet et de can Puig, débute par des schistes ordoviciens à la base desquels se montrent fréquemment des schistes rouges du niveau de Trémadoc. Sur les schistes verdâtres, s'en voient parfois de noirs du Gothlandien. La série

schisteuse est surmontée d'une série calcaire, non continue, mais formant, par suite d'érosions, des sortes d'îlots; ces calcaires ont tous les caractères que nous avons signalés précédemment comme étant ceux des horizons dévoniens et particulièrement des horizons supérieurs.

Au village de San Bartomeu, à l'est de can Amigonet et de can Puig, il y a une grande bande de calcaires dans lesquels nous avons reconnu le Dévonien inférieur et moyen, ainsi que le Dévonien tout-à-fait supérieur; mais étant donné l'épaisseur de la masse calcaire, elle peut renfermer encore les horizons que nous n'y avons pas vus.

Dans le prolongement de cette bande vers le N., mais à une altitude supérieure, un autre lambeau affecte, au Pujol den Castellví, l'allure d'un anticlinal. Les fossiles y font défaut, mais à leurs caractères lithologiques, il est facile de reconnaître encore les calcaires du Dévonien inférieur, les marbres griottes et incarnats, les calcaires gris du Dévonien supérieur.

Cette seconde nappe s'étend également vers le S., dans la région de Santa Creu de Olorde et de can Ferrés, avec la même composition mais son allure tourmentée complique singulièrement l'interprétation des faits. Un pli anticlinal très-brusque (fig. 14) amène les lydiennes de la première nappe presque au contact du Gothlandien à *Cardiola interrupta* et à *Monograptus proteus*, de la seconde nappe. Sur le Gothlandien repose le Dévonien, mais les assises inférieures sont très-réduites en épaisseur; elles ont été étirées tandis qu'au contraire les

Coupe de San Bartomeu à Santa Creu de Olorde.

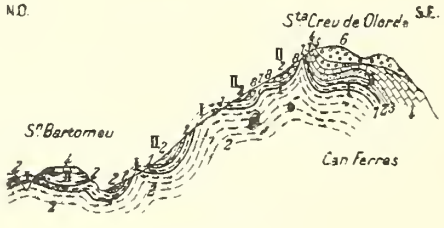


Fig. 14. (*)

1.—Schistes du niveau de Trémadoc.
2.—Schistes ordoviciens supérieurs aux précédents.
3.—Schistes et calcaires gothlandiens.
4.—Calcaires du Dévonien inférieur et moyen.
5.—Calcaires à *Chiloceras curvispina*.
6.—Calcaires rouges et gris du Dévonien supérieur.
7.—Lydiennes et adinoles du Tournaisien inférieur.
8.—Grauwackes du Tournaisien supérieur.
I. I.—Première nappe. II. II.—Deuxième nappe.
Échelle des longueurs: 1:80.000.

(*) Ext. Bull. Soc. Géol. Fr. 4e s., T. IV. p. 713.

horizons supérieurs sont bien développés. Tout cet ensemble a l'allure d'un synclinal dont le flanc oriental est limité par un anticlinal aigu, qui ramène les schistes gothlandiens. Les calcaires dévoniens se retrouvent d'ailleurs sur le flanc oriental de cet anticlinal, mais avec des traces d'étirements.

Nous nous retrouvons encore dans un des cas que nous avons considérés plus haut, dans notre étude théorique.

Il est à remarquer que nous n'avons trouvé un grand développement des calcaires dévoniens que dans des synclinaux et au voisinage de ceux-ci, là où la disposition des couches les protégeait contre les érosions. Nous verrons le même fait se reproduire encore plusieurs fois.

Les calcaires de Santa Creu de Olorde et de can Ferrés se retrouvent vers le SO., couronnant les croupes qui descendent progressivement vers le vallée du Llobregat. Ces lambeaux relient les précédents à ceux des environs de Molins de Rey. En dessous des ces calcaires ce sont toujours les schistes ordoviciens de la deuxième nappe. Celle-ci occupe donc également une très-grande surface, qui devait être très-sensiblement la même que celle de la première nappe.

Si nous récapitulons tous les faits que nous avons observés dans la région SO. du versant septentrional du Tibidabo, nous voyons qu'il y existe deux nappes, en superposition l'une sur l'autre. Elles son réduites à l'état de lambeaux, par suite d'érosions. La première ne comprend toute la série primaire qu'au niveau de can Amigonet; partout ailleurs elle est réduite aux lydiennes et adinoles carbonifères et peut être à une partie des schistes ordoviciens du substratum; près de Santa Creu de Olorde, viennent s'y ajouter les grauwackes carbonifères. La seconde nappe paraît avoir été constituée par toute la série primaire; cependant on ne la connaît pas complète: là où il y a le plus grand nombre d'horizons, le carbonifère fait défaut. Il a pu être enlevé par érosion, comme c'est le cas pour les assises supérieures à l'Ordovicien dans une grande partie de la région considérée. Peut-être ces disparitions sont elles dues en partie à une action d'arasement, exercée dans son mouvement de progression, par une troisième nappe supérieure aux précédentes et qui n'apparaît qu'à l'extremité NE. du massif; nous en parlerons plus loin.

Dans la partie du Tibidabo que nous venons d'étudier, l'ensemble des nappes plonge vers le SO., c'est-à-dire vers la vallée du Llobregat, de telle sorte que les assises paléozoïques s'enfoncent sous l'Aquitanien et le Tertiaire supérieur, au voisinage de Molins de Rey; ces derniers dépôts ne s'élèvent d'ailleurs jamais à une grande hauteur.

Dans les environs de Moncada, à l'extrémité NE. du massif, s'élève au SO. de la ville une colline isolée au sommet de laquelle se dressent des ruines. Elle présente une structure analogue à celle que nous venons de voir. Si on part de la ville pour faire l'ascension de la colline par son versant oriental, on y reconnaît, à la base, des schistes ordoviciens, idéntiques pour la plupart, d'après leurs caractères lithologiques, à ceux que nous avons signalés dans les régions de can Amigonet et de Santa Creu de Olorde.

Vers l'extremité septentrionale de la colline, des roches de couleur noirâtre ou roussâtre font saillie au milieu des schistes ordoviciens. Ce sont des lydiennes et adinoles. Elles paraîssent encore intercalées au milieu de schistes ordoviciens.

Coupe de la colline de Moncada.

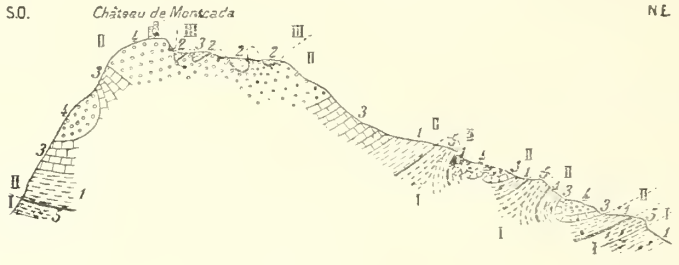


Fig. 15. (*)

1.—Schistes ordoviciens.
2.—Schistes gothlandiens. (1)
3.—Calcaires du Dévonien inférieur et moyen.
4.—Calcaires du Dévonien supérieur.
5.—Lydiennes et adinoles du Tournaisien inférieur.
I. I.—Prémière nappe. II. II.—Deuxième nappe. III. III.—Troisième nappe.
Échelle des longueurs: 1:20.000.

Mais en continuant à monter on reconnaît qu'il y a plusieurs réapparitions de ces lydiennes au milieu des schistes ordoviciens et qu'entre elles se voient des affleurements de calcaires dévoniens. Les différents horizons de ce dernier terrain sont représentés de façon très-inégale; ce sont les calcaires gris à grands orthocères, accompagnés de griottes rouges, qui paraîssent être le plus développés. On compte en montant de la ville au sommet de la colline, et avant d'arriver à la masse calcaire qui couronne celle-ci, trois pointements de lydiennes et d'adinoles et deux de calcaires dévoniens. Entre ces pointements affleurent les schistes ordoviciens, souvent accompagnés de lambeaux de schistes gothlandiens au contact du Dévonien. Toutes ces assises paraîssent être en concordance de stratification et constituer une série normale. Mais à la suite d'un examen attentif nous avons reconnu que les calcaires ont en réalité une allure tourmentée, qu'ils sont sans racines profondes dans la colline et qu'ils occupent des synclinaux dans la masse

(*) Ex. Bull. Soc. Géol. Fr. 4e s., T. IV. p. 715

(1) C'est par suite d'un oubli que l'étage Gothlandien n'a pas été figuré, entre l'Ordovicien et le Dévonien, dans la partie NE. de la coupe, car il y existe, ainsi qu'il est dit dans le texte.

schisteuse; ils se présentent, comme dans les plis de can Amigonet, avec des étirements, des réductions dans l' épaisseur des couches, qui indiquent des actions mécaniques puissantes. La notion des nappes rend facile l'interprétation des faits: nous avons affaire à deux nappes en superpotition comparables à celles que nous venons d'étudier dans la partie SO. du Tibidabo, mais à Moncada elles ont été affectées d'une série de plis, pour ainsi dire, isoclinaux, superposés les uns aux autres. La nappe inférieure comprend encore les lydiennes et adinoles associées à des schistes ordoviciens, tandis que la deuxième nappe est formée de schistes ordoviciens surmontés de la série calcaire dévonienne. Par suite de plissements, la nappe inférieure forme par places des anticlinaux constitués par des lydiennes et adinoles et des schistes ordoviciens; les synclinaux correspondants sont occupés par le Dévonien. Ce qui confirme notre manière de voir c'est le fait que les lydiennes de l'affleurement le plus élevé se prolongent sur la face orientale de la colline, en dessous de la masse calcaire qui la couronne; entre celle-ci et les lydiennes c'est une masse de schistes ordoviciens.

Toute la partie supérieure de la colline est comparable à la partie de la seconde nappe telle qu'elle s'étend entre can Amigonet et Santa Creu de Olorde. Sur les schistes ordoviciens ce sont, par places, des schistes gothlandiens, puis des calcaires dévoniens de très-grande épaisseur, dans lesquels on peut discerner de nombreux plis.

Ce qui distingue cette colline de Moncada de celle de Santa Creu c'est moins l'allure des assises constituantes que la presence d'une troisième nappe, tout-à-fait supérieure. A une vingtaine de mètres au dessous du sommet qui porte les ruines, apparaîssent, dans des synclinaux de calcaires gris à grands orthocères, des schistes renfermant des graptolites du Gothlandien. Ces affleurements sont au nombre de quatre; celui qui est à la cote la plus élevée renferme un lambeau de calcaire dévonien enrobé, pour ainsi dire, dans les schistes. Ces schistes gothlandiens et le lambeau de calcaire dévonien qu'ils enveloppent appartiennent à une troisième nappe dont il ne subsiste plus que les parties prises dans des synclinaux qui les ont protégées contre les érosions.

Dans cette colline de Moncada nous avons donc reconnu une nappe inférieure constituée par des lydiennes et adinoles carbonifères et peut-être aussi par une partie des schistes ordoviciens sous-jacents; elle est comparable par conséquent à la nappe inférieure de l'extrémité SO. du Tibidabo, telle qu'elle se présente entre can Amigonet et Santa Creu de Olorde. Sur cette nappe en repose une seconde comprenant l'Ordovicien, le Gothlandien et le Dévonien; sa composition est donc la même que celle de la seconde nappe dans la région de Santa Creu et dans les autres points où vons l'avons vue la plus complète. Mais à Moncada il y a en plus une troisième nappe, tres réduite en surface et en épaisseur. Nous n'en avons trouvé aucune trace à l'autre extrémité du Tibidabo, mais celà n'implique en rien la conséquence qu'elle n'y a pas existé; elle a pu disparaître à la suite d'érosions.

Dans la région de Moncada les nappes plongent encore vers le NO. et en même temps, elles s'abaissent progressivement vers la vallée du Besós.

De la similitude de composition et d'allure des nappes aux deux extrémités du massif, nous sommes portés à admettre que ce sont les mêmes nappes qui s'étendaient de Papiol à Moncada, sur le versant septentrional du Tibidabo. L'étude sur place ne peut nous donner plus de certitude à cet égard, car dans une grande partie du massif, les nappes ont disparu par érosion et il ne reste que le substratum schisteux. Il est à noter qu'aux deux extrémités du Tibidabo les nappes diminuent rapidement d'altitude; il y aurait donc eu déjà à l'époque où les nappes se sont produites, des sortes d'esquisses des dépressions par lesquelles passeront à la fin de l'époque tertiaire, le Besós et le Llobregat.

L'étude du versant septentrional peut nous donner quelques indications sur le sens du mouvement de refoulement auquel sont dues les nappes. Nous avons vu que toutes les couches y plongent vers le NO., aussi bien celles du substratum que celles des nappes; les plongements vers le S. sont tout-à-fait exceptionels et locaux. Mais plus que le sens des plongements et des laminages, la similitude de faciès entre les sédiments primaires entrant dans la composition des nappes du Tibidabo et ceux de même âge de la région pyrénéenne comme de la Montagne Noire, nous porte à admettre l'hypothèse d'un refoulement vers le sud.

Sur le versant méridional du Tibidabo nous retrouvons plusieurs faits comparables à ceux que nous venons d'étudier; mais d'autres sont nouveaux et offrent un intérêt particulier.

Tous les termes de la série paléozoïque, bien développés et avec les caractères que nous leur avons déjà reconnus, affleurent dans la colline qui domine Vallcarca; mais ces affleurements se trouvent à des cotes d'altitude bien inférieures à celles où nous avons rencontré les mêmes horizons sur le versant septentrional. Étant donné l'existence dans la région, de nappes de recouvrement, on est tenté tout d'abord de considérer cette série comme passant sous le Tibidabo, qui serait ainsi composé de nappes en superposition. Les érosions auraient enlevé sur le versant méridional une très grande épaisseur de sédiments appartenant à des nappes et par suite le vrai substratum apparaîtrait au jour. Mais les faits ne viennent pas confirmer cette hypothèse et l'étude détaillée des différents affleurements nous conduit à cette conclusion que la disposition des couches et leur allure sont encore celles que nous avons signalées sur le versant septentrional.

En effet, en plusieurs points, les lydiennes et adinoles carbonifères se montrent intercalées au milieu des schistes ordoviciens: c'est une disposition identique à celle de la nappe inférieure entre can Puig et Santa Creu de Olorde. Il en est ainsi, sur le versant qui nous occupe, près de can Baró, près du Mirador den Rovira, sur le chemin de N. D. del Carmelo, sur celui qui descend du col de ce nom vers Barcelone, au col Augirot et sur le chemin de can Mora. Ces affleurements sont à des altitudes tres différentes les uns des autres, ce qui tient à l'allure particulièrement disloquée des couches sur ce versant méridional. Parfois les lydien-

nes et adinoles sont recouvertes par les grauwackes carbonifères. Par places, sur ce carbonifère, ce sont encore les schistes rouges du niveau de Trémadoc; en tous cas il est surmonté par les schistes ordoviciens, très souvent froissés, laminés, sur lesquels reposent des calcaires dévoniens très épais. En quelques points des schistes noirs gothlandiens s'intercalent entre les schistes ordoviciens et les calcaires dévoniens. Les calcaires dévoniens, identiques à ceux du versant septentrional, présentent en quelques localités une très grande épaisseur; celà tient à de nombreux plis qui ramènent plusieurs fois les mêmes assises, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte dans des carrières qui y ont été ouvertes.

A l'ouest de Vallcarca se trouve un synclinal très aigu, où la série primaire est complète. Sur les lydiennes et adinoles, surmontées de grauwackes carboni-

Coupe du Tibidabo à Vallcarca.

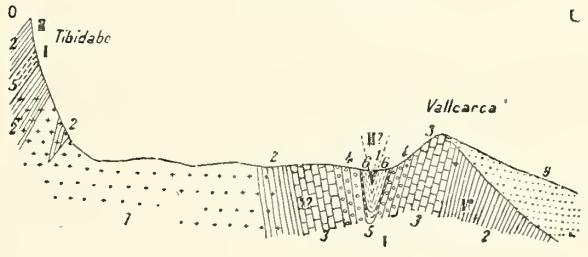


Fig. 16 (*)

1.—Schistes du niveau de Trémadoc.
2.—Schistes ordoviciens.
3.—Calcaires du Dévonien inférieur et moyen.
4.—Calcaires du Dévonien supérieur.
5.—Lydiennes du Tournaisien inférieur.
6.—Grauwackes du Tournaisien supérieur.
7.—Pléistocène.
I. I.—Première nappe. II. II.—Deuxième nappe.
Échelle des longueurs: 1.40.000.

féres, reposent des schistes rouge lie de vin à *Asaphellus* (1) Ils appartiennent à une nappe supérieure. Mais les érosions ont fait disparaître le plus souvent le Carbonifère et le Dévonien supérieur.

Plus à l'E., près de can Baró, les grauwackes carbonifères recouvrent di-

(*) Ex. Bull. Soc. Géol. Fr. 4e s., T. IV. p. 718.

(1) Ces schistes, par suite de leurs caractères lithologiques, ont été assimilés primitivement à ceux du niveau de Trémadoc; puis la rencontre de débris mal conservés d'*Asaphellus*, attribués à des *Phillipsia*, les a fait ranger dans le Carbonifére (Cronica cientifica, 1891, p. 468). Enfin M. Barrois a reconnu depuis que c'était bien des Trilobites du genre *Asaphellus*.

rectement les calcaires devoniens, sans qu'il y ait trace de lydiennes ni d'adinoles entre les deux. Comme il y a en ce point des plis à allure brusque, correspondant certainement à des accidents tectoniques, il ne faut pas conclure à une lacune dans la sédimentation.

En résumé, sur le versant méridional du Tibidabo, nous constatons l'existence de deux nappes, dont la constitution est idéntique à celle des deux premières nappes du versant septentrional; cette identité nous porte à croire que ce sont les mêmes nappes, sans d'ailleurs que nous puissions l'affirmer. Dans ce cas, la partie orientale de ces nappes se trouverait à environ deux cents mètres au dessous de la partie occidentale; leur allure du côté de Barcelone serait plus tourmentée que du côté de Papiol.

Cette différence de niveau et d'allure s'explique par des effondrements qui se seraient produits sur le versant oriental, très sensiblement à l'époque où se sont formées les nappes, mais postérieurement, ainsi que nous allons l'établir.

S'il n'est pas possible d'indiquer l'âge précis du refoulement en question, nous savons cependant qu'il est postérieur au dépôt des lydiennes et même des grauwackes tournaisiennes, puisque toutes font partie des nappes de recouvrement; d'autre part un lambeau de Trias, en stratification discordante sur les nappes paléozoïques repose, sur celles-ci, près de la chapelle de N. D. du Coll; le refoulement est donc antérieur au Trias. Ces faits nous portent à croire que les nappes du Tibidabo sont de même âge que celles qui intéressent le paléozoïque du Languedoc, c'est-à-dire qu'elles datent d'une période comprise entre le dépôt du Viséen et celui du Stéphanien.

Les érosions qui ont fait disparaître une grande épaisseur de sédiments, sur le versant méridional, ont mis à jour le granite qui affleure au milieu des schistes sur des surfaces très-variables. L'affleurement représenté dans la coupe précédente (fig. 16) est un des plus importants. Au voisinage du granite, les schistes sont maclifères; mais par places, même à une certaine distance de la roche éruptive, les schistes sont également maclifères. Ce métamorphisme est en relation avec des cassures qui ont permis l'action plus ou moins directe sur les schistes, des minéralisateurs du granite.

Au contact, les schistes qui semblent bien appartenir à l'étage ordovicien, sont maclifères, mais en plus, ils sont sériciteux; nous n'avons trouvé en aucun point de schistes gneissifiés, comme c'est souvent le cas dans de pareilles conditions de gisement. Il en est de même pour les blocs de schistes entraînés par le granite; ils ne sont pas métamorphisés davantage.

Nous n'avons rencontré de calcaire métamorphisé par le granite qu'en un seul point, aux environs de Vallcarca. Ce calcaire est très cristallin et rappelle les cipolins des gneiss de la Montagne Noire; aussi avait-il été rapporté au Georgien (1), mais ce dernier étage n'existant pas dans la région de Barcelone tan-

(1) Bull. Soc. Géol. France, 3e s., T. 26, p. 764, 1898.

dis que les seuls calcaires qu'on y connaisse sont dévoniens, il est bien plus probable que ces calcaires cristallins sont dévoniens. D'ailleurs en ce point, les dislocations sont telles qu'il est impossible de se rendre compte de la nappe à laquelle ils appartiennent.

Mais il est incontestable que les schistes métamorphisés et les calcaires en question appartiennent aux nappes dont nous nous sommes occupés précédemment. L'éruption du granite est donc postérieure à la formation des nappes, c'est-à-dire, au dépôt du Carbonifère inférieur, comme c'est le cas pour le granite des Cévennes (1) et celui des Pyrénées (2).

L'affaissement par suite duquel les nappes sont abaissées de plus de deux cents mètres sur le versant méridional du Tibidabo, semble s'être produit par le jeu d'une faille à laquelle correspondent les affleurements de granite. Or des deux côtés du massif granitique, les schistes des nappes en place, vers le N., dans le massif du Tibidabo et ceux des nappes affaissées, vers le S., dans la région de Vallcarca, sont injectés et métamorphisés de la même façon; ils ont dû subir l'action du granite dans la position relative où nous les voyons. Par suite l'éruption du granite est postérieure à la formation de la faille et à l'effondrement du versant méridional; cet effondrement est donc postérieur au Carbonifère.

Les massifs situés au N. de la rivière du Besós et au S. du Llobregat, non seulement presentent les mêmes terrains paléozoïques, mais en plus on y a reconnu les mêmes superpositions anormales que dans le Tibidabo. Celui ci ne constitue donc pas un massif isolé, avec une structure spéciale, au milieu de dépôts tertiaires et actuels; il n'est en réalité qu'un fragment, un lambeau d'une chaîne montagneuse qui s'étend vers le NE. jusqu'aux environs de Gerona et qui au S. du Llobregat disparaît rapidement sous les assises secondaires. Cette chaîne existait déjà à l'époque du Carbonifère et c'est sur son flanc septentrional que se sont étendues des nappes de recouvrement venant d'une vaste région septentrionale qui semble s'être étendue de la Catalogne au S. jusqu'aux Cévennes au N. Nous avons déja signalé l'identité de faciès des étages paléozoïques dans le Languedoc, la région pyrénéenne et la Catalogne; nous n'y reviendrons pas. Mais cette identité ne peut s'expliquer qu'autant que ces régions communiquaient librement entre elles et par suite qu'elles correspondaient à une même depression qui a été occupée successivement par toutes les mers paléozoïques. Cette dépression existait encore dans le même état durant le Trias, puisque les trois étages de ce terrain s'y rencontrent également, sans d'ailleurs que nous puissions dire si elle se présentait au début de l'époque secondaire dans les mêmes conditions qu'à l'époque primaire. En tous cas, nous pouvons affirmer que la chaîne du Montseny qui

---

(1) J. Bergeron.—C. R. Ac. Sc. Séance du 8 février 1904.—Bull. Soc. Géol. France, 4e s., T. 4 pag. 180.

(2) C. R. Ac. Sc. CXXXI. Séance du 24 décembre 1900. Étant donné l'allure des roches basiques, d'ailleurs très altérées, qui ont été signalées dans le Tibidabo, il n'y a pas de doute que leur venue ne soit également postérieure à la formation des nappes.

s'élève entre les Pyrénées et la chaîne catalane n'existait pas encore comme relief accentué, car elle est de formation postaquitanienne. Les nappes de la Catalogne s'avançaient donc, comme celles de la Montagne Noire, d'une dépression, vers une chaîne faisant partie des ridements hercyniens.

Ce que nous voyons de la chaîne Catalane au niveau de Barcelone ne correspond qu'à une partie du flanc septentrional de cette chaîne; le reste, qui était situé au SE. du Tibidabo et qui devait être beaucoup plus important, a disparu par effondrement dans la mer, à l'époque tertiaire. Nous savons cependant que des effondrements avaient commencé à se produire postérieurement au Carbonifère inférieur et postérieurement aussi au refoulement des nappes de recouvrement dont l'étude fait l'objet du présent mémoire.

Peut-être est-ce par suite de ces premiers effondrements que les mers secondaires se sont avancées sur une partie sinon sur toute la chaîne Catalane; ce que nous savons c'est que sur ce qui en reste il y a des lambeaux triasiques, pris d'ailleurs dans des plis, et aussi que les terrains anciens disparaissent au S. du Llobregat sous le Jurassique et plus au S. encore sous le Crétacé.

Ce que nous savons encore c'est que pendant l'Éocène et l'Oligocène des cours d'eau venant de cette chaîne Catalane ont charrié les galets qui forment les conglomérats du massif du Montserrat. D'après l'épaisseur énorme de ces derniers, la région montagneuse qui les a fournis devait avoir une grande hauteur. Mais durant le Miocène et le Pliocène, des failles de grande amplitude ont joué le long de la côte actuelle; la partie principale de la chaîne s'est effondrée. De plus des érosions multiples et profondes ont raviné ce qui en restait; les dépressions déjà signalées aux deux extrémités du massif du Tibidabo comme ébauchées dès l'époque de la formation des nappes, ont été creusées par des érosions fluviales, et la mer, venant de l'est, a pu s'avancer vers la région située à l'ouest de la chaîne Catalane. Toutes ces dislocations tertiaires ont été accompagnées de production de plis, mais il ne semble pas qu'il y ait eu dans cette région formation de nouvelles nappes à l'epoque tertiaire, comme le fait s'est présenté dans les régions pyrénéenne et alpine.

Cette théorie des nappes de recouvrement qui ainsi qu' on a pu s'en rendre compte par ce qui précède, explique toutes les anomalies stratigraphiques du massif du Tibidabo, trouve son application en Espagne ailleurs qu'en Catalogne. M. R. Nicklès a signalé des phénomènes de recouvrement dans la zone subbétique. (1) Nous ne doutons pas qu'il n'en soit ainsi dans d'autres régions de l'Espagne, ce pays privilégié au point de vue de la géologie.

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. 4e série, T. IV. p. 223.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 19

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL OLIGOCENO EN CATALUÑA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUÍS MARIANO VIDAL

Y EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

M. CHARLES DEPÉRET

Publicada en febrero de 1906

(CON VERSIÓN FRANCESA)

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 19

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL OLIGOCENO EN CATALUÑA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUÍS MARIANO VIDAL

Y EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

M. CHARLES DEPÉRET

Publicada en febrero de 1906

(CON VERSIÓN FRANCESA)

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL *OLIGOCENO* EN CATALUÑA

por el Académico numerario

D. LUIS MARIANO VIDAL

y el Académico correspondiente

M. CHARLES DEPÉRET

Sesión del día 11 de noviembre de 1905

La historia geológica del centro y del Norte de la Península Ibérica en la época terciaria es notable por la existencia de grandes depresiones lacustres ó lagunares cuya extensión no ocupa menos de los $^2/_5$ de la superficie actual de España. Las más notables de estas cuencas lacustres son las de Castilla la Nueva, de Castilla la Vieja y del Ebro. Esta última es sin duda la mayor de todas, extendiéndose por las provincias de Logroño, Huesca, Zaragoza, Lérida, Tarragona y Barcelona.

El año último hemos practicado juntos algunas excursiones por la región oriental que corresponde á las tres provincias de Cataluña, con objeto de fijar la edad exacta de estas formaciones lacustres, á consecuencia de los descubrimientos paleontológicos que uno de nosotros había hecho durante largas exploraciones de esta cuenca, y que tendían á hacer descender un periodo en la escala cronológica los terrenos en cuestión, atribuídos hasta ahora al *mioceno lacustre*.

Esta designación de *mioceno* data de cuando, hace más de medio siglo, el ilustre De Verneuil echaba los primeros jalones de la historia geológica de España. En aquel entonces dominaba para los terrenos terciarios la clasificación de Lyell que los dividía en tres términos: *Eoceno, Mioceno* y *Plioceno;* y los terrenos lacustres de España eran con razón referidos á la división media de Lyell. Pero más tarde Beyrich ha introducido en la ciencia el término *Oligoceno* formado á expensas de la parte superior del *Eoceno* y principalmente de la base del *Mioceno*.

Este terreno *Oligoceno*, posterior al principal levantamiento de la cordillera Pirenaica, está representado en toda la Europa Central (Bohemia, Alemania del Sud, Suiza, Meseta Central francesa, etc.) por potentes depósitos lagunares, cuya enorme extensión hacía verosímil igualmente su presencia en la superficie y en el contorno de la Meseta ibérica.

Sin embargo, los geólogos que se han ocupado de los terrenos terciarios de España no han hasta ahora atribuído al *Oligoceno* sino una muy pequeña parte

de estos depósitos lacustres (1). Aunque otra parte de estos mismos depósitos haya recibido en algunos puntos la designación de *Proiceno* (2) y de *Eoceno lacustre* (3), la gran masa de estas formaciones ha sido constantemente descrita y figurada en los mapas bajo el nombre de *Mioceno lacustre.* Pronto haremos ver como la mayor parte de estos pretendidos miocenos debe ser relegada á la formación oligocena.

Entre los Pirineos y la Meseta ibérica, el terciario lacustre ocupa una gran parte de las provincias de Zaragoza y Huesca, y penetra en Cataluña por la de Lérida, de donde se extiende á través de las de Barcelona y Gerona para detenerse al contacto del macizo antiguo del litoral catalán y de las cadenas lindantes con la costa mediterránea.

La región oriental de esta gran cuenca catalana ha sido estudiada sobre algunos puntos. Uno de nosotros (4) expuso en la reunión de la Société Géologique de France en Barcelona, en 1898, la idea de que las capas de Calaf con *Melanoides albigensis, Ancodus* y *Diplobune,* debían clasificarse en el *Infra-tongriano* ó tramo *Sannuasense*, es decir, en la base del *Oligoceno.*

Las capas de Calaf, cuya determinación estratigráfica quedaba así del todo fijada, reposan por el lado oriental sobre un conjunto de capas, las unas lagunares ó torrenciales (yesos, pudingas, arcillas), las otras marinas (numulítico) que forman el borde del macizo antiguo de Barcelona, y representan el conjunto de las formaciones eocenas. Más adelante hablaremos de ellas.

Pero las capas de Calaf no pertenecen á la cuenca hidrográfica del Ebro; están situadas en la del Llobregat en una comarca montuosa que la línea férrea de Barcelona á Zaragoza atraviesa á la altitud de 736'40 metros cortando la divisoria de ambas cuencas para bajar á los llanos de Urgel, es decir, á la Cuenca del Segre afluente del Ebro. Al internarse en esta última cuenca alejándose de Calaf en dirección al Oeste, no se cesa de cortar hiladas laguno-lacustres superpuestas regularmente á las capas de Calaf y sucediéndose con un buzamiento hacia el Oeste, tanto más débil cuanto más se avanza en esta dirección; en el centro de esta cuenca, hácia Lérida, las capas se ponen casi horizontales.

Este conjunto de capas lacustres superiores á las de Calaf es el que, á falta de todo dato paleontológico cierto, se ha venido atribuyendo al *Mioceno lacustre:* de modo que este pretendido *mioceno* ocupa vastas superficies en el Sur de la

---

(1) Adan de Yarza.—Descripción físico y geológica de la provincia de Alava. Mem. Com. Mapa Geol. España. Madrid, 1885.

Palacios.—Descripción física, geológica y minera de la provincia de Soria. Mem. Com. Mapa Geol. España. Madrid, 1890.

(2) Cortazar —Descripción física, geológica y minera de la provincia de Valladolid. Mem. Com. Mapa Geol. España. Madrid, 1877.

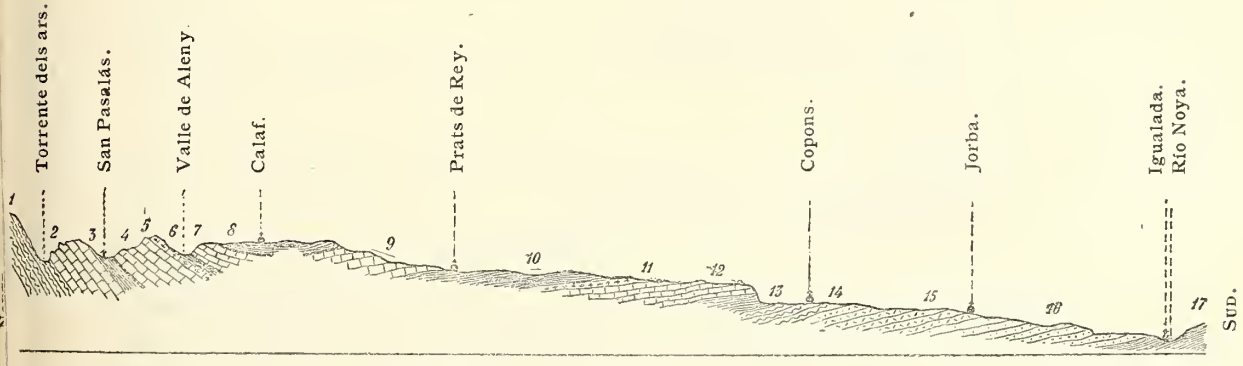
(3) Mallada.—Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huesca. Mem. Com. Mapa Geol. España. Madrid, 1878.

(4) Depéret.—Aperçu general sur la bordure nummulitique du Massif ancien de Barcelone, et étude de la faune oligocéne de Calaf. (Bul. Soc. Geol. France. Reunión de Barcelona, 1898

provincia de Lérida, región de bajas colinas en la que las ciudades de Lérida, Tárrega y Cervera son los centros más importantes.

La gran depresión triangular del Ebro, comprendida entre los pirineos al Norte, al borde de la meseta del Sudoeste y los macizos costeros de Barcelona y Tarragona al Este y al Sudeste, representa en su conjunto un vasto *geosinclinal* que comprende la serie casi entera de los terrenos *Eoceno* y *Oligoceno;* estas formaciones vienen á presentarse en forma de una cubeta cuyos sedimentos más bajos y próximos al borde están fuertemente levantados, mientras que los más recientes, ó sea los del interior, están sensiblemente horizontales. Es, pues, necesario, para formarse una idea clara de la constitución estatigráfica de esta cuenca muy regular y casi enteramente desprovista de accidentes tectónicos, estudiar una serie de perfiles transversales y longitudinales; y al efecto hemos elegido los seis siguientes:

Fig. 1



CORTE POR CALAF É IGUALADA

Longitud 24 kilom.—Alturas llbres.

1.—Yeso estratificado cristallno y margas yesosas.
2.—Caliza blanquecina con un banco de alabastro.
3.—Margas rojas y molasas.
4.—Calizas molasas y carbón.
5.—Banco de *melanoides albigensis*.
6.—Margas, molasas y carbón.
7.—Caliza.
8.—Molasas, carbón y margas rojas.
9.—Caliza con *limnæa* y *planorbis*.
10.—Molasas y margas rojas.
11.—Banco de *melanoides albigensis*.
12.—Caliza arcillosa en bancos estrechos.
13.—Margas rojas tiernas.
14.—Yeso y margas hojosas.
15.—Maciños y margas grises.
16.—Maciños y margas rojo oscuro.
17.—Margas azules marinas del *Eoceno*.

Este perfil sigue durante los 4 primeros kilómetros el sendero de Calaf á San Pasalás, y después la carretera de Calaf á Igualada. Atraviesa de Norte á Sud el yacimiento lignitífero de Calaf y Calonge, que se compone de 3 ó 4 grupos de capas carbonosas de débil espesor colocadas á diversas alturas en una potente serie de calizas, margas y molasas, donde las calizas en hiladas bien regladas de 10 á 20 centímetros de grueso son dominantes: las margas y las molasas tienen

de 1 á 2 metros de espesor; las primeras son rojizas y las otras grises ó verdosas.

Las capas que en la meseta de Calaf son casi horizontales, aunque dispuestas en un ligero sinclinal, van levantándose al aproximarse al barranco dels Ars, límite de las provincias de Barcelona y Lérida, en donde bancos de yeso sedimentario surgen en un anticlinal del cual no hemos visitado más que el ala meridional. Son muy potentes y muy extensos: al Este y al Oeste se les encuentra con frecuencia á través de las ondulaciones de las capas que les recubren.

Las margas y molasas son frecuentemente fosilíferas: las calizas lo son rara vez. He aquí la fauna de esta interesante localidad:

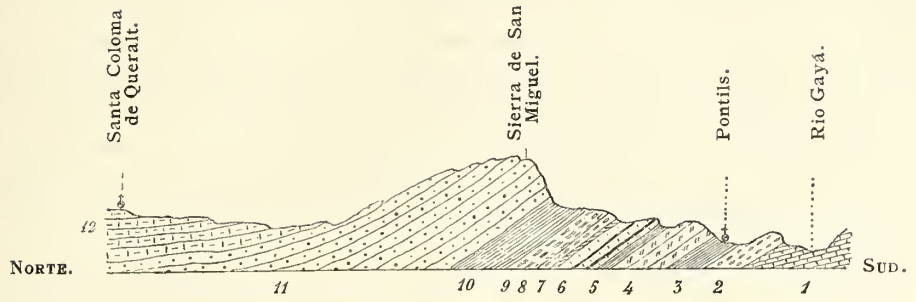
Ancodus Aymardi Pomel.
Diplobune minor Fihol *(bavaricum* Fraas).
Melanoides albigensis Noulet. var. *Dumasi*. Fontannes.
M. » *occitaniens* Fontannes.
Striatella Nysti Duchastel.
Vivipara cf. *Soricinensis* Noulet.
Lymnæa sp.
Planorbis sp.
Helix sp.
Fragmentos de carapacho de *Emys*.
Granos de *Chara*.

Bajando por la carretera hacia Igualada se vuelven á encontrar las calizas y las margas, pero las molasas toman más desarrollo. El yeso de Copons ocupa el sitio del del torrente dels Ars, y por debajo aparecen maciños y margas rojas que dan una facies especial al terreno. Al llegar á Igualada, ciudad instalada junto al río Noya, las margas azules numulíticas toman un gran desarrollo.

Este corte difiere del que apareció en la Memoria geológica de los señores Maureta y Thos sobre la provincia de Barcelona, pág. 346 (1), en que dichos autores dieron demasiada extensión vertical á las areniscas y maciños del *eoceno superior*, que hacen subir hasta Prats de Rey. Nosotros hemos encontrado *Melanoides algibensis* mucho más abajo, cerca de Copons: lo cual hace que nuestro *oligoceno* (proiceno de dichos autores) descienda considerablemente á expensas de las areniscas, margas y maciños de su eoceno lacustre, el cual detenemos en Copons.

(1) Maureta y Thos.—Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.—Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Madrid, 1881.

Fig. 2



CORTE DE SANTA COLOMA DE QUERALT A PONTILS

Longitud 6 kilómetros.—Alturas libres

1.--Calizas tabulares del muschelkalk.
2.—Caliza compacta de miliolitos y alveolinas.
3.—Marga roja.
4.—Caliza rosácea.
5.—Marga roja.
6.—Caliza lacustre blanquecina y lignito.
7.—Banco de ostras recubierto por un lecho de pudinga.
8.—Caliza margosa con miliolitos y alevolinas.
9.—Margas azules con *nummulites atacica*.
10 —Margas azules con *Serpula spirulæa*, *tere bellum*, etc.
11.—Pudingas calizas y margas rojizas.
12.—Margas rojizas, molasas y calizas.

Este corte sigue el valle alto del río Gayá (provincia de Tarragona) con objeto de atravesar todos los bancos considerados hasta aquí como *mioceno lacustre inferior*, y que, según veremos pronto, son inferiores á las hiladas que se desarrollan por los llanos de Urgel (provincia de Lérida). El contacto de estas dos provincias se presta á esta exploración: corre á lo largo de esta lina una ancha depresión dirigida SO.-NE. bordeada del lado Norte por los tajos y colinas que limitan la provincia de Lérida, y comprende lo que se llama «Cuenca de Barberá» y la «Cuenca alta del Gayá». Nosotros la hemos seguido desde Montblanch á Santa Coloma; pero no daremos su perfil geológico porque en este recorrido se marcha siguiendo la dirección de las capas. Sin embargo, hemos de hacer mención de una cantera de cemento que vimos en Sarreal, localidad conocida por las célebres canteras de alabastro que en todas épocas han suministrado tantos materiales á la escultura religiosa de la baja Cataluña. El cemento se fabrica con una marga verdosa dura que reposa sobre margas rojizas tiernas inmediatamente superiores á los bancos de yeso, y contiene abundantes impresiones de hojas de una laurinea que M. Fliche cree poder atribuir á *Nestarda arcinensis* del oligoceno de Bilin. Estos bancos reposan sobre gruesas hiladas de conglomerado calizo que pronto veremos en la base de la formación lacustre, y están recubiertas por margas rojas y algunos otros bancos de conglomerado. Las capas de plantas están, pues, intercaladas en la parte alta de esta potente serie de pudingas.

La población de Santa Coloma de Queralt está edificada sobre margas tiernas grises, y molasas que buzan muy poco hácia el Norte, las cuales constituyen la llanura. Al acercarse á la Cadena que bordea la comarca por el lado Sur, y á

través de la cual se ha hecho paso el río Gayá, se encuentran margas rojas y pudingas calizas de un gran espesor, que se levantan más y más hasta buzar 45°. El geólogo Sr. Mallada las ha seguido durante más de un kilómetro en el sentido de su espesor á través de la sierra: reposan sobre margas marinas del *eoceno medio*. Estas pudingas, consideradas hasta ahora como base del *mioceno lacustre*, tienen, pues, la misma posición que las que en los pirineos catalanes se ven en San Llorens dels Piteus, Berga, Vilada, etc., sosteniendo directamente las hiladas oligocenas. Se las ve prolongarse al Sudoeste formando las montañas de crestas dentelladas de San Miguel y de Camavert.

Las margas azules del eoceno marino son muy fosilíferas; pero en general los fósiles son muy mal conservados, á pesar de lo cual podemos citar, según determinaciones que ha tenido la atención de hacer M. Doncieux.

Serpula Spirulæa Lamk.
Terebellum cf. *fusiforme* Lamk.
Volutilithes. sp.
Rostellaria. sp.
Ampullina. sp.
Tellina prælonga Bell.
Solecurtus elongatus Bell.
Cyprina. cf. *Reussense* D'Archiac.
Crassatella sp.

En las hiladas inferiores abundan *Nummulites biarritzensis* D'Arch y *N. Guettardi*, y por debajo se encuentra un banco de dos metros de grueso lleno de *Milliolites* y de *Alveolina*.

Las capas que suceden á éstas constituyen una serie muy interesante por su naturaleza y por su posición. Son laguno lacustres á excepción de un delgado lecho de pequeñas ostras recubierto por un banco estrecho de conglomerado que las separa de la hilada de milliolitos.

La base de esta serie lacustre consiste en una espesa hilada de margas rojas tiernas, sobre las cuales está edificado el pueblo de Pontils en el centro de un anchurón que forma el valle en este punto: después vienen calizas rosadas; luego otras calizas blanquecinas encerrando algunos lechos de lignito muy delgados é inexplotables, y un banco de marga de tono vinoso. Al contacto del lignito se ven conchas de agua dulce y salobre, muy aplastadas, pertenecientes á las especies siguientes:

Melanoides sp.
Megalomastoma imbricataria Sandberger.
Planorbis cf. *Chertieri* Desh.

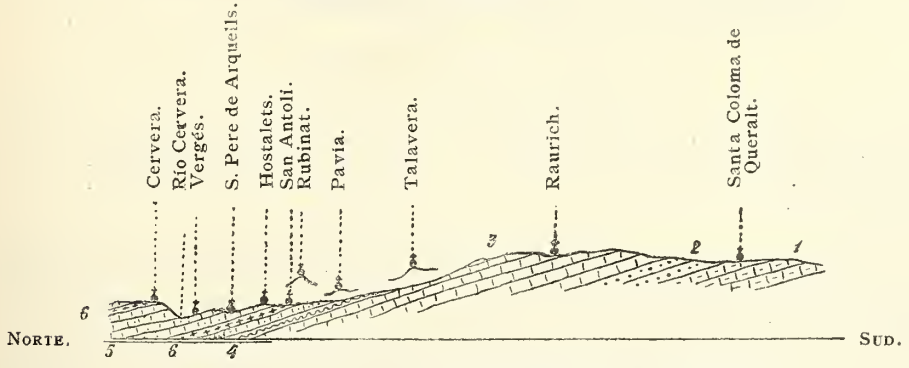
Esta formación lacustre reposa en concordancia sobre un banco grueso de caliza de *milliolites* y *alveolinas*, por debajo del cual aparece en discordancia el

trias compuesto de calizas en lechos delgados, tan común en el tramo medio *muschelkalk*.

Estamos, pues, en un depósito lacustre del *Eoceno medio* intercalado en la parte superior de la caliza de alveolinas. Esta notable intercalación no pasó desapercibida á nuestro amigo el distinguido geólogo D. Lucas Mallada, quien habla de ello en su memoria geológica sobre la provincia de Tarragona: (1) y como por la rapidez de su itinerario le pasó desapercibido el banco superior de milliolites y alveolinas, la situación de esas capas lacustres debajo del Eoceno marino de Nummulites le pareció comparable á la de las hiladas Garumnenses de los Pirineos, á las cuales creyó que podía asimilárselas como edad geológica; y opina que se podría explicar la presencia del grueso banco calizo de alveolinas debajo de esta serie lacustre, por algún accidente tectónico difícil de precisar.

Gracias á un estudio estratigráfico más detenido de esta interesante localidad, podemos afirmar que no hay aquí ningún indicio de fracturas, pliegues ó movimientos anormales. Toda la serie lacustre está *intercalada* entre dos depósitos de caliza de alveolinas: además, el caracter litológico de estos dos bancos de foraminiferos no es el mismo, como sucedería si la reaparición de la tal caliza fuese debida á un efecto dinámico de la corteza terrestre: el banco inferior es muy potente: es una caliza de un blanco cereo, muy compacta, donde los milliolitos son dificilmente discernibles á simple vista: mientras que el banco superior está compuesto de una caliza impura, amarillo sucio, donde los pequeños fósiles son muy visibles; lo cual demuestra que la reinvasión de las aguas marinas eocenas sobre los sedimentos lacustres se hizo en condiciones algo diferentes de las que habían presidido á la sedimentación de la caliza inferior.

Fig. 3



CORTE DE SANTA COLOMA DE QUERALT A CERVERA

Longitud 18 kilómetros.—Alturas libres

1.—Margas rojas molasas y calizas.
2.—Pudingas.
3.—Calizas arcillosas.
4.—Yeso y margas rojizas.
5.—Calizas arcillosas alternando con margas y molasas.
6.—Bancos de melanoides albigensis.

(1) Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona.—Mem. Com. Map. Geol. Esp.—Madrid, 1890.

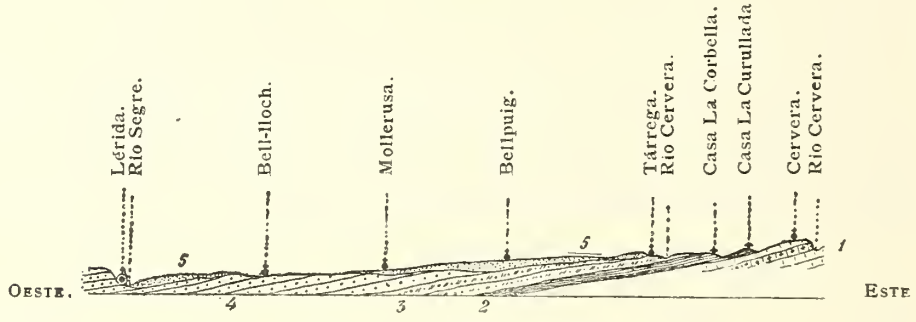
Este corte, que es la prolongación del precedente hacia el Norte, sale de la provincia de Tarragona y entra en la de Lérida.

El sendero que sube hasta la divisoria de las cuencas hidrográficas del río Gayá y del río Cervera, nos ofrece siempre hiladas más y más superiores con una gran regularidad. Son calizas lacustres en bancos poco gruesos, margas tiernas, y algunos lechos de yeso intercalados hacia la mitad superior. Las calizas son blanquecinas, fétidas y muy poco fosilíferas en general; pero cerca de San Antolín hemos hallado un ejemplar de *Melanoides albigensis* Noulet.

Cervera, que se encuentra en la cima de una colina alargada dominando del lado Norte el valle del Cervera, está construída sobre molasas y calizas, en las cuales hemos encontrado al pié de las antiguas murallas *Melanoides albigensis* Noulet y *Lymnæa longiscata* Brong.

Nos hallamos, pues, en la prolongación de las capas de Calaf. Un débil afloramiento de lignito que aparece en Talavera, pequeño pueblo cercano á nuestro itinerario, podría muy bien ser el último representante de las capas carbonosas de Calaf.

FIG. 4



CORTE DE CERVERA A LÉRIDA

Longitud 57 kilómetros.—Alturas libres

1.—Molasas y calizas con un banco de *Melanoides albigensis*.
2.—Margas rojas.
3.—Calizas y molasas con osamentas.
4.—Molasas tiernas y margas rojizas.
5.—Aluviones.

De Cervera hasta Tárrega hemos marchado por la carretera que es paralela á la vía férrea. La pendiente de las capas va disminuyendo poco á poco. Por la cuesta de «la Curullada» aparecen margas rojas, y por encima se ven al pié de la casa «La Corbella» molasas cuajadas de *Lymnæa longiscata* Brg. y *Planorbis* cf, *Cornu* Brg. aplastadas, con algunas placas de *Emys*. En seguida se entra en el llano, y la horizontalidad de las capas es casi completa.

Cerca de Tárrega, una cantera de piedra de construcción, nos ha suministrado una fauna importante. Es una molasa, dura, gris, en bancos muy regulares, reposando sobre un grueso banco de marga roja tierna, que es sin duda el mismo

que hemos citado en «la Curullada». Por encima corre un banco calizo blanquecino de grano muy fino, que se explota como material de mejor calidad.

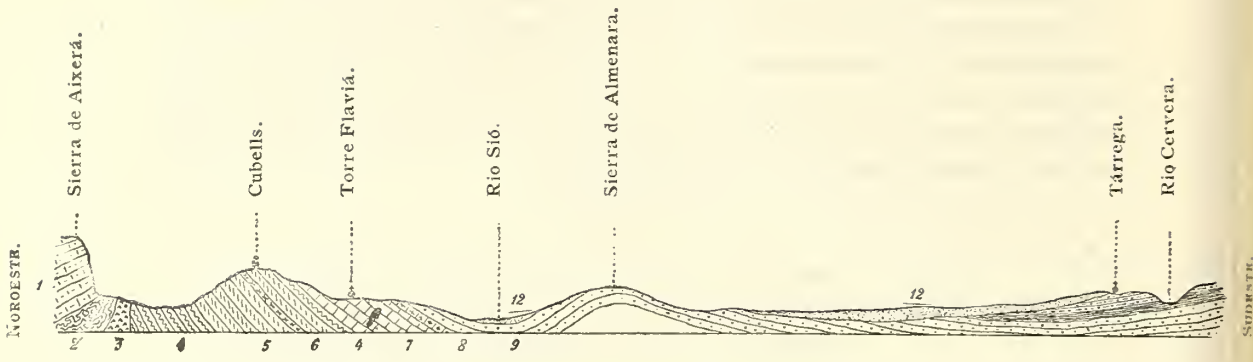
Hace algunos años D. Francisco Clua, propietario en Tárrega y entusiasta cultivador de las Ciencias naturales, remitió á uno de nosotros un maxilar de un pequeño Artiodactilo de la familia de los *Anthracotheridos*, perteneciente al género *Brachyodus*. Otros hallazgos se sucedieron, y hoy la flora y la fauna fósiles de esta localidad poseen ya un verdadero interés.

Las especies determinadas son las siguientes:

VEGETALES.	*Anastomeria* (Según los Sres. Saporta y Zeiller.)
	Sabal Lamanonis (Id.)
	Cinamomum lanceolatum Unger (según M. Fliche.)
	Leucothea (Andromeda) protogea Unger (id.)
	Myrica acuminata Unger (id.)
MOLUSCOS	*Lymnæa longiscata* Brog. var. *Ostrogallica.* Fontannes.
	Planorbis cf. *cornu* Brong.
	Planorbis Polycymus Fontannes.
PECES.....	*Prolebias* sp. afine al *P. Oustaleti* Sauvage, del Aquitánico de Auvernia, según determinación de este paleontologista.
REPTILES.....	*Emys.* sp.
MAMÍFEROS..	*Brachyodus Cluai* Depéret. (Muchos cráneos, mandíbulas y huesos varios.)
	Theridemis siderolithicus Pictet, var. *major* Dep.
	Plesictis Filholi nov. sp,
	Amphicyon ó *Pseudamphicyon* sp.

De Tárrega á Lérida las hiladas que se descubre debajo del manto de aluviones cuaternarios, son siempre más y más elevadas, y muy poco inclinadas. Consisten en gruesos bancos de molasas verdosas y margas rojizas, que en los alrededores de Lérida forman colinas aplanadas, constituyendo el término más elevado de la serie lacustre que veníamos atravesando. El color y los caracteres de estos depósitos se distinguen bien de los precedentes, y hacen pensar en un tramo distinto. Desgraciadamente no hay hasta ahora fósiles, y si bien las margas que se explotan en las tejerías de Lérida han dado algún hueso y una mandíbula que nos han dicho ser de un Carnicero, nuestros esfuerzos por verlos y estudiarlos han sido infructuosos.

Fig. 5



CORTE DE TÁRREGA A CUBELLS

Longitud 25 kilómetros.—Alturas libres

1.—Calizas de rudistos.
2.—Yesos abigarrados.
3.—Ofita.
4.—Yeso estratificado.
5.—Maciños y margas hojosas en su base con impresiones de pasos de aves.
6.—Banco de *Cyrenas*.
7.—Caliza margosa.
8.—Molasa con *Melanoides albigensis*.
9.—Molasas y margas.
10.—Margas rojas.
11.—Calizas y molasas de osamentas.
12.—Aluviones.

Este corte nos lleva de la cuenca oligocena hasta el borde Norte que se apoya sobre las más bajas estribaciones pirenáicas.

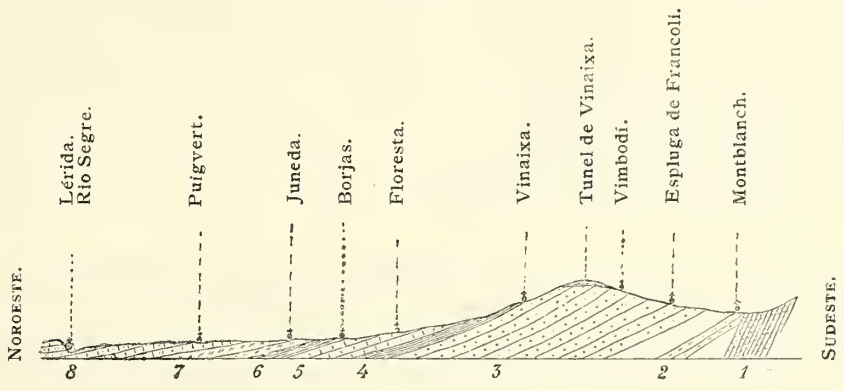
Las hiladas de Tárrega, con un débil buzamiento al N. O., desaparecen debajo de los terrenos modernos de la llanura de Urgel, y reaparecen en la sierra de Almenara, colina achatada producida por un pliegue anticlinal que se prolonga de Este á Oeste separando las cuencas hidrográficas del Sió y del Cervera. El río Sió corre en el centro de un sinclinal cuyas capas se levantan rápidamente del lado Norte, dejando aflorar cerca de Torre Flaviá una caliza sabulosa verdosa con *Melanoides Albigensis*. Después vienen calizas margosas, margas hojosas y maciños en los cuales se intercala un banco de yeso y junto á Cubells un banco de cirenas, constituyendo el macizo de la Sierra de Cubells. Todo buza 45° al Sur, y por debajo se desarrolla sin ninguna discordancia una potente formación de yeso estratificado que toca al Norte con un dique de Ofita, pasado el cual se levanta el Senoneuse de la Sierra de Aixerá. Si nosotros siguiésemos esta formación yesosa hacia el S. O., la veríamos en Camarasa superpuesta en concordancia de estratificación á los bancos de conglomerado, que representan aquí las pudingas de Santa Coloma de Queralt.

Toda la zona inferior de ese conjunto de calizas; margas y maciños que hemos dicho constituye la Sierra de Cubells, es notable por el caracter eminentemente lagunar que presenta. Tanto las calizas como las margas muy hojosas que se intercalan, es frecuente verlas en los planos de junta, cubiertas de ondulaciones muy regulares que produjo en ellas el movimiento de las aguas y es demos-

tración de que era muy escasa la profundidad de la laguna. Esto viene á corroborarlo también el hallazgo de pisadas de aves que nos comunicó nuestro amigo D. Modesto Clua, de Balaguer. Las mayores tienen 10×14 centímetros de longitud: las pequeñas, que son las más abundantes, tienen 2×3 centímetros y acusan una longitud de paso de 6 á 7 centímetros.

Como estas impresiones se reproducen en un espesor considerable de lechos, es evidente que el fondo de la laguna estaba sujeto á un lento movimiento de descenso.

Fig. 6



CORTE DE LÉRIDA A MONTBLANCH

Longitud 60 kilómetros.—Alturas libres

1.—Calizas y dolomias del Muschelkalk.
2.—Caliza rosácea.
3.—Pudingas y margas rojizas.
4.—Margas rojas.
5.—Caliza tierna blanquecina.
6.—Margas rutilantes.
7.—Calizas.
8.—Molasas y margas rojizas.

Este corte sigue la vía férrea «Lérida-Tarragona». Las calizas sabulosas de Floresta y Vinaixa son sin duda prolongación de las calizas y molasas de Tárrega, modificadas en su composición.

Los conglomerados del túnel y del pueblo Espluga de Francolí son la continuación de las pudingas que conocemos entre Santa Coloma y Pontils.

Las calizas rosadas de Montblanch son las mismas que vimos intercaladas en la base del eoceno en el valle del Gayá; pero faltan aquí las margas marinas eocenas y las otras calizas lacustres de dicho valle ó tal vez están ocultas.

Los conglomerados se prolongan hacia el S. O. constituyendo las sierras de La Llena y del Montsant, y atraviesan el Ebro en Ascó.

Si de Ascó marchamos al N.O. pasando de la provincia de Tarragona á la de Lérida, se sube á la meseta de Almatret cortando hiladas calizas y margosas siempre superiores, y se encuentra una formación de lignito que se extiende considerablemente por la parte baja de la provincia de Lérida y penetra por Mequi-

nenza en la de Zaragoza. Consiste en capas de combustible de 80 centímetros de espesor máximo, que son objeto de explotación en Granja de Escarpe, Serós y Almatret.

Esta cuenca lignitífera ha sido calificada de *miocena-lacustra* por cuantos la han estudiado. El Sr. Donayre (1) cita en ella *Planorbis cornu* y *Lymnæa ventricosa*. El Sr. Cortazar (2) también menciona el *Planorbis Cornu* al ocuparse incidentalmente de esta cuenca.

Estos fósiles, aunque muy abundantes en las calizas, son siempre aplastados; pero uno de nosotros descubrió en Almatret una hilada margosa, de donde se pueden separar indivíduos muy enteros de las especies siguientes:

Planorbis cf. *polycymus* Fontannes.
P. cf. *cornu* Brong.
Nystia Duchasteli Nyst.
Lymnæa cf. *longiscata* Brong.
Hydrobia pyramidalis Desh.

Las capas de carbón nos han dado además un maxilar aplastado de un *Cocrodilo* y un carapacho bastante completo de un *Trionyx*.

La *Nystia Duchasteli*, siendo un gasterópodo esencialmente oligoceno, hemos de situar en este terreno la cuenca lignitífera de Almatret.

RESUMEN ESTRATIGRÁFICO

Reuniendo los datos suministrados por el conjunto de cortes precedentes, podemos establecer la serie siguiente de la cuenca terciaria de Cataluña, de abajo arriba.

1. Eoceno inferior.—Sobre el borde occidental del macizo antiguo de Barcelona, se sabe que el *Eoceno* empieza (Gerona, Baños de la Puda de Montserrat, etc.), por depósitos fluvio-lacustres, torrenciales, formados de conglomerados diversos y de limos ó marnolitas rojas caracterizados por el *Bulimus Gerundensis* Vidal.

Estas capas que corresponden á los términos más antiguos del *Eoceno inferior*, faltan en el borde Sur de la cuenca en la provincia de Tarragona, como enseña el corte núm. 2; hemos visto, en efecto, cerca de Pontils la caliza de Alveolinas y Milliolites reposar directamente sobre el Trías (Muschelkalk), en ausencia de las capas lacustres inferiores.

---

(1) Donayre.—Bosquejo deuna descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza.—Mem. Com. Mapa Geol. España.—Madrid, 1873.

(2) Cortazar.—Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid.—Mem. Com. Mapa Geol. España.—Madrid, 1877.

La formación de esta caliza de Alveolinas, muy potente, indica una transgresión del mar Eoceno en la región de Cataluña, invasión que ha debido producirse en los últimos tiempos del *Eoceno inferior*, (Tramo *Ipresiense)* ó acaso en los comienzos del *Eoceno medio (Luteciense inferior);* uno de nosotros ha demostrado que otro tanto sucede al otro lado de los Pirineos, en el flanco meridional de la *Montaña Negra.*

2. Eoceno medio.—Referimos por consiguiente al conjunto del *Ipresiense* y del *Luteciense*, sin precisar más, la serie de calizas de Alveolinas y Milliolites de Pontils, provincia de Tarragona, con la curiosa intercalación de capas lagunolacustres de *Melanoides*, *Cyrenas* y *Planorbis*. Esta formación lignitífera no es, en suma, más que un simple accidente de estuario cerca de la ribera del mar numulítico. Se compone de margas rojas, luego de caliza compacta rosada y, en fin, de calizas blanquecinas alternando con margas rojas y vetas de lignito, con un espesor total de 200 metros. Este depósito presenta en Pontils un máximo de espesor; se extiende al S.O. hacia Montblanch, y se estrecha hasta desaparecer por el N.E. La fauna, de facies salobre, comprende

Megalomastoma imbricataria Sandb.
Planorbis Chertieri Desh

y sobre todo *Melanoides.*

La facies marina reaparece enseguida por encima de este horizonte lagunar, bajo la forma de un banco de ostras pequeñas indeterminables, sobre el cual reposa una delgada pudinga, todo ello recubierto por una capa poco potente de caliza de alveolinas.

Las margas marinas de *Nummulites Biarritzensis* y *N. Guettardi* vienen enseguida, y por fin se desarrollan con mucho espesor las margas azules marinas tan comunes en el numulítico, conteniendo además de los anteriores Numulitos una fauna bastante rica de moluscos, cuyas especies principales son:

Terebellum cf. *fusiforme* Lk.
Volutilithes. sp.
Rostellaria. sp.
Solarium. sp.
Ampullina. sp.
Tellina prœlonga Bell.
Cyprina cf. *transversa* D'Arch.
Crassatella sp.
Serpula spirulæa Lk.

Este conjunto de margas marinas, caracterizado por una misma especie de Numulito *(N. Biarritzensis)* y por *Serpula spirulæa*, corresponde á un nivel ele-

vado del *Eoceno medio*, y comprende sin duda, con la parte inferior del *Luteciense* todo el tramo *Bartoniense*. La asimilación es innegable con las capas de *N. Biarritzensis* y *Serpula spirulœa* del *Bartoniense* de Biarritz, y también con las intercalaciones marinas superiores de *N. Biarritzensis* en las pudingas de Montserrat. Nuestro ilustrado colega el canónigo Almera (1) ha demostrado, en efecto, que el horizonte de *N. Biarritzensis* estaba, en el corte de esta montaña, superpuesto á las capas de *N. Crassus (perforata* auct.), es decir, en el Luteciense medio. La facies marina del Eoceno cesa con las margas de *Serpula spirulœa*, y por encima, aunque en concordancia perfecta, no tendremos que ver más que capas torrenciales lagunares ó continentales.

3. Eoceno superior *(Proiceno, Oligoceno inferior*, sensu lato.)

A. Conglomerados.—Un potente depósito de conglomerados, en gran parte calizos, con marnolitas rojas intercaladas, sucede directamente á las margas marinas bartonianas. Salvo algunas interrupciones locales, se puede seguir estas pudingas desde el Ebro hasta Montserrat, y aún más al Este. En los puntos donde los conglomerados faltan, están reemplazados por molasas rojizas y maciños ó areniscas groseras. (corte núm. 1.)

Esta formación detrítica bordea por todas partes la cuenca oligocena del Ebro, al Sud, al Este y al Norte. En esta última región, es decir, al pié de los Pirineos, se conoce con el nombre de *Pudinga de Palassou*. Es el testigo de las violentas corrientes y de los efectos torrenciales provocados por los fenómenos de pliegue que tuvieron lugar al fin del Eoceno en la zona pirenaica.

Por consiguiente, colocamos en el horizonte de las pudingas del *Eoceno superior* las masas de pudinga de Ascó, San Miguel (2) (de la provincia de Tarragona), los maciños de Jorba, y las pudingas superiores de la Montaña de Montserrat (de la provincia de Barcelona). Sin embargo, en esta última localidad la sedimentación torrencial ha comenzado mucho más pronto, puesto que la facies pudinguiforme engloba las capas marinas de *Nummulites Biarritzensis* (Bartoniano) las capas de *Nummulites crassus* (Luteciense), y hasta en el flanco oriental de la montaña, todo el *Eoceno inferior*.

El espesor de esta formación detrítica no es constante desde el Ebro al Montserrat. Alcanza su mayor potencia en Montserrat en la Sierra de San Miguel y en el Montsant; disminuye en los intervalos hasta el punto de desaparecer, por transformación lateral en areniscas y arcillas rojas. Estas irregularidades provienen de la naturaleza mismos de estos depósitos, que adquieren su máximum de espesor en las desembocaduras de los valles torrenciales que bajaban del Sud y

(1) Almera.—Reunión extraordinaria de la Sociedad Geológica de Francia en Barcelona. 1898.

(2) Es un deber en nosotros hacer notar la observación hecha por Mallada en su Memoria geológica de Tarragona: se ve en la página 139 que había perfectamente observado la semejanza de los depósitos torrenciales y lacustres de la provincia de Huesca con el conjunto de capas de conglomerados, margas y calizas de la región de Pinell; pero le ausencia de documentos paleontológicos le impidió abandonar la clasificación de *mioceno lacustre* que admite para todas estas hiladas.

del Este arrastrando hasta la gran depresión lagunar del Ebro los materiales detríticos arrancados á las cadenas del litoral.

Este mazizo litoral, como uno de nosotros lo expuso en 1898 ante la Sociedad Geológica de Francia reunida en Barcelona, debia extenderse grandemente del lado del Este y del Sud sobre parte de lo que es mar Mediterráneo actual. Conforme ha significado M. E. Suess, la costa actual de esta parte de España es el resultado de una fractura seguida de hundimiento de la mayor parte del territorio que ha suministrado esta inmensa aglomeración de cantos calizos.

B. Yesos·—La hilada yesosa que hemos indicado en nuestros cortes en Copons, en el torrente dels Ars y en Cubells, ocupa un nivel muy constante por bajo de la formación de pudingas. Como de otra parte estos yesos corren por debajo de las capas *Sannuasenses* del horizonte de Calaf con *Ancodus* y *Melanoides albigensis,* parece lógico atribuir esta importante formación yesosa que ocupa un nivel constante, al final del *Eoceno superior*, y ver en ella el equivalente de los *yesos de Paris*, es decir, el *Ludiense superior*. Por desgracia, ningún documento paleontológico ha venido por ahora á confirmar esta apreciación que, estratigráficamente, es muy verosímil.

4. Oligoceno (sensu stricto).—La serie oligocena, á la cual sería mucho más lógico agregar á título de base ó de división inferior, las pudingas y los yesos Ludienses que acabamos de describir, se compone de muchas series de hiladas calizas regulares, alternando con margas rojas y con yesos ó molasas verdosas. Las molasas predominan en la parte alta de la serie.

1. Tramo *Sannuasense*.—El tramo *Oligoceno inferior* ó *Sannuasense* se divide facilmente en 3 horizontes fosilíferos sucesivos, que son de abajo arriba:

A. Calizas tabulares con cyrenas. Estas calizas en losas delgadas, acompañadas de margas verdosas ó rosáceas, se muestran inmediatamente encima de los yesos en el corte del Torrente dels Ars (corte núm. 1). No han suministrado fósiles en este paraje; pero en Cubells, donde aparecen en una situación semejante (corte núm. 5) por encima de los *yesos ludienses*, han dado á uno de nosotros abundantes impresiones de una Cyrena que nos parece entrar en el grupo de *Cyrena semistriata* Desh. del *Infratongriano*. Esta especie se encuentra en idéntica pposición en Gargás (Francia) inmediatamente encima de las capas clásicas de *Palœotherium*. Cerca de Pontils, provincia de Tarragona, un fragmento rodado de caliza en el río Gayá nos ha ofrecido un molde muy claro de *Cyrena semistriata* Desh: la zona de calizas tabulares con Cyrenas, es pues de creer que exista algo más arriba en el valle del Gayá, aunque nosotros no la hayamos encontrado *in situ*.

B. Horizonte de Calaf con Ancodus Aymardi.—Las calizas lignitíferas de Calaf con

Ancodus Aymardi.
Diplobune minor Filhol.

Melanoides albigensis var. *Dumasi* Fontannes.
Melanoides occitanicus Fontannes.
Striatella Nysti Duchastel.
Vivipara cf. *soricinensis* Noulet

representan un nivel ya bastante elevado del *Sannuasense*, correspondiente á las capas de *Striatella* de Barjac en la cuenca de Alais y á los depósitos de *Ancodus* de Ronzon cerca de Tuy en Velay.

Hacia el Sudoeste de la región estudiada en esta memoria, se observa en Granja de Escarpe (provincia de Lérida) otro afloramiento lignitífero análogo al de Calaf, intercalado como este en el *Oligoceno inferior*, como lo prueba la pequeña fauna descubierta en Almatret en las calizas negruzcas por encima de los lignitos.

Trionyx.
Cocodrilo.
Nystia Duchasteli Nyst.
Planorbis cf. *cornu* Brong.
Pl. cf. *polycymus* Font.
Lymnæa cf. *longiscata* Brong.
Hidrobia pyramidalis Desh.

La presencia de *Nystia Duchasteli* indica el *Sannuasense*; pero es difícil decir si los ignitos de Almatret son rigorosamente contemporáneos de los de Calaf.

La cuenca de Granja de Escarpe se prolonga al Oeste por la provincia de Zaragoza, mostrando yacimientos de lignito en Mequinenza y Fayon, atribuídos hasta hoy al *Mioceno lacustre*, y que habrá que bajar como los de Almatret, al *Oligoceno inferior*.

C. Horizonte de Tárrega con Brachyodus Cluai. Los lechos calizos de Tárrega con

Brachyodus Cluai. Depéret.
Theridomys siderolithicus Fictel var. *major*.
Plesictis Filholi nov. sp.
Amphicyonido.
Limnæa longiscata var. *ostrogallica* Font.
Planorbis cf. *cornu* Brong.
Pl. *polycymus* Font.
Vegetales y peces (Prolæbias, sp.)

ocupan un nivel mucho más elevado que Calaf en la serie oligocena de la Cuenca del Ebro; no obstante, la presencia de lymnæas alargadas del tipo *longiscata* no permite ver un nivel más elevado que el *Sannuasense*, y nosotros estamos incli-

nados á atribuir estas capas ricas en Mamíferos, al *Sannuasense superior*, lindando ya con el *Estampiense.*

2. Tramo *Estampiense.*—Con toda probabilidad habrá que referir al *Estampiense (Oligoceno medio)* las gruesas capas de molasas y de margas superpuestas al horizonte de Tárrega y que se tienden en estratos horizontales por el centro de la Cuenca hasta Lérida y más al Oeste.

La presencia cierta de restos de mamíferos fósiles en estas capas por los alrededores de Lérida, permitirá sin duda pronto dar á esta opinión una confirmación paleontológica preciosa, que por hoy no puede tener.

3. Tramo *Aquitánico.*—El oligoceno superior ó *Aquitánico* no aflora en los límites de la región que hemos recorrido; pero algunos fragmentos de marga blanquecina, que existen en el Museo de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona y proceden de Vera (provincia de Zaragoza) contienen un ejemplar no dudoso de un Helix del tipo del *H. Ramondi* Brongn; lo cual nos autoriza para suponer que este tramo debe existir más al Oeste en el Aragón. Este tramo completaría así la serie oligocena que llena la inmensa depresión terciaria del Ebro.

El principal resultado del presente trabajo será haber demostrado que la potente formación terciaria de Cataluña, hasta aquí referida en su mayor parte al *Mioceno lacustre* (mioceno del Ebro) es en realidad de edad *Oligoceno* y sucede en perfecta concordancia á los depósitos eocenos del contorno de la Cuenca.

Esta conclusión se aplica, no sólo á la cuenca lacustre de Cataluña, sino también á las partes vecinas del reino de Aragón, lo cual nos hace entrever la posibilidad de comprender asimismo en el Oligoceno la mayor parte de los depósitos lacustres terciarios del centro y del norte de España (1). Si se dejan aparte los pequeños depósitos que en Madrid, Teruel, Valladolid, han suministrado osamentas de mamíferos, tales como *Hipparion gracile* y *Mastodontes*, cuya edad *mioceno superior* no es dudosa, quedan aún grandes extensiones cuyos caracteres litológicos recuerdan más bien los de la serie oligocena de Cataluña, y de las que los pocos fósiles citados hasta hoy, como son *Lymnæa longiscata, Planorbis cornu*, etc , parecen también justificar esta apreciación.

---

(1) Es justo recordar aqui que M. Larrazet en 1896 ha referido al Oligóceno una gran parte de capas laguno-lacustres del Norte de-España, como son las de la pequeña cuenca de Miranda de Ebro, clasificada ya en este tramo desde 1885 por nuestro amigo el Ingeniero de Minas D. Ramón Adan de Yarza, y las de las cuencas de Bribiesca y de Medina de Pomar, que pueden ser consideradas como prolongación occidental de la gran cuenca oligocena del Ebro. (*Larrazet.*—Recherches geol. sur la région orientale de la prov. de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et de Logroño. Paris. 1896.)

PRESENTED
14 MAY. 1906

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'OLIGOCENE

DE CATALOGNE

PAR

M. LOUIS MARIANO VIDAL ET M. CHARLES DEPÉRET.

Sceance du 11 novembre de 1905

L'histoire géologique du Centre et du Nord de la Peninsule Iberique à l'époque tertiaire est remarquable par l'existence de grandes dépressions lacustres on lagunaires, dont l'étendue n'occupe pas moins des $^2/_5$ de la surface actuelle de l'Espagne. Les plus notables de ces bassins lacustres sont ceux de la Nouvelle Castille, de la Vieille Castille et de l'Ebre. Ce dernier, sans doute le plus grand de tous, s'étend sur les provinces de Logroño, d'Huesca, de Zaragoza, de Lérida, de Tarragona et de Barcelona.

C'est dans la région orientale correspondant aux trois provinces catalanes, que nous avons fait au cours de l'année 1904, quelques courses communes dans le but de fixer l'âge exact de ces formations lacustres à la suite de découvertes paléontologiques que l'un de nous venait de faire pendant ses longues explorations de ce bassin, et qui tendaient à abaisser d'une période dans l'échelle chronologique, les terrains en question, jusque là atribués au *Miocène lacustre.*

Cette désignation de *Miocène* remonte à l'époque déjà vieille d'un demi-siècle où l'illustre De Verneuil jetait les premiers jalons de l'histoire géologique de l'Espagne: à ce moment régnait dans les terrains tertiaires la classification de Lyell en trois termes: *Eocène, Miocène,* et *Pliocène,* et c'est à ce juste titre que les terrains lacustres de l'Espagne étaient rapporters á la division moyenne de Lyell. Mais, depuis cette époque, Beyrich a introduit dans la science le terme *Oligocène* formé aux dépens de la partie supérieure de l'Eocène, et surtout de la base du *Miocène.* Ce terrain *Oligocène,* postérieur au principal plissement de la Chaine des Pyrénées, est representé dans toute l'Europe centrale (Bohème, Allemagne du Sud, Suisse, Plateau central français, etc.,) par des puissants dépôts lagunaires, dont l'énorme extension rendait leur présence également vraisemblable à la surface et sur le pourtour de la Meseta Ibérique.

Cependant, les géologues qui se sont occupés des terrains tertiaires de l'Espagne, n'ont attribué jusqu'ici à l'Oligocène qu'une très faible partie de ces

mêmes dépôts lacustres. (1). Bien qu'une autre partie de ces mêmes dépôts ait reçu en quelques points les désignations de *Proïcène* (2), *Eocène lacustre* (3), la grande masse de ces formations a été constamment décrite et figurée sur les cartes sous le nom de *Miocène lacustre*. Nous montrerons plus loin que la majeure partie de ce prétendu Miocène doit être rapporté à la formation Oligocène.

Entre les Pyrénées et la Meseta espagnole, le tertiaire lacustre occupe une grande partie des provinces de Zaragoza et d'Huesca et pénètre en Catalogne par la province de Lérida, d'où il s'étend à travers les provinces de Barcelona et de Gerona pour s'arrêter au contact du massif ancien du littoral catalan et des chaines bordières de la Côte Méditerranéenne.

La région orientale de ce grand bassin catalan a été étudiée sur quelques points: l'un de nous (4) exposa à la *Réunion de la Société Géologique de France à Barcelona* en 1898, l'idée que les couches de Calaf á *Melanoïdes Albigensis, Ancodus* et *Diplobune,* devaient être rangées dans l'*Infra-tongrien* ou étage *Sannoisien*, c'est-à-dire, à la base de l'Oligocène.

Les couches de Calaf, dont la détermination stratigraphique devenait ainsi certaine, reposent du côté de l'Est sur un ensemble de couches, les unes lagunaires ou torrentielles (gypses, poudingues, argiles), les autres marines (Nummulitique) qui forment la bordure du massif ancien de Barcelona et représentent l'ensemble des formations Eocènes: nous y reviendrons plus loin.

Mais les couches de Calaf n'appartiennent pas encore au bassin hydrographique de l'Ebre: elles sont situées dans le bassin du Llobregat, dans une contrée montueuse que la ligne ferrée de Barcelona à Zaragoza traverse à l'altitude de 736m40 en recoupant la ligne de partage des deux bassins, pour descendre aux *Plans d'Urgell,* c'est-à-dire, dans le bassin de la Sègre, affluent de l'Ebre. En s'éloignant de Calaf vers l'Ouest de plus en plus loin dans l'intérieur du bassin de l'Ebre, on ne cesse de recouper des assises laguno-lacustres superposées régulièrement aux couches de Calaf, et se succédant avec un plongement vers l'Ouest d'autant plus faible qu'on avance d'avantage dans cette direction: au Centre du bassin vers Lérida, les couches deviennent même à peu près horizontales.

C'est à cet ensemble de couches lacustres supérieures aux couches de Calaf que, en l'absence de toute donnée paléontologique certaine, a été attribuée jus-

---

(1) *Adan de Yarza.*—Descripción física y geológica de la prov. de Alava.—*Mem. Com. Map. Geol España. Madrid.* 1885.

Palacios.=Descripción física geológica y minera de la prov. de Soria.—*Mem. Com. Map. Geol. Espana. Madrid.* 1899.

(2) *Cortazar.*—Descripción física geológica y minera de la prov. de Valladolid.—*Mem. Com. Map. Geol. España Madrid.* 1877.

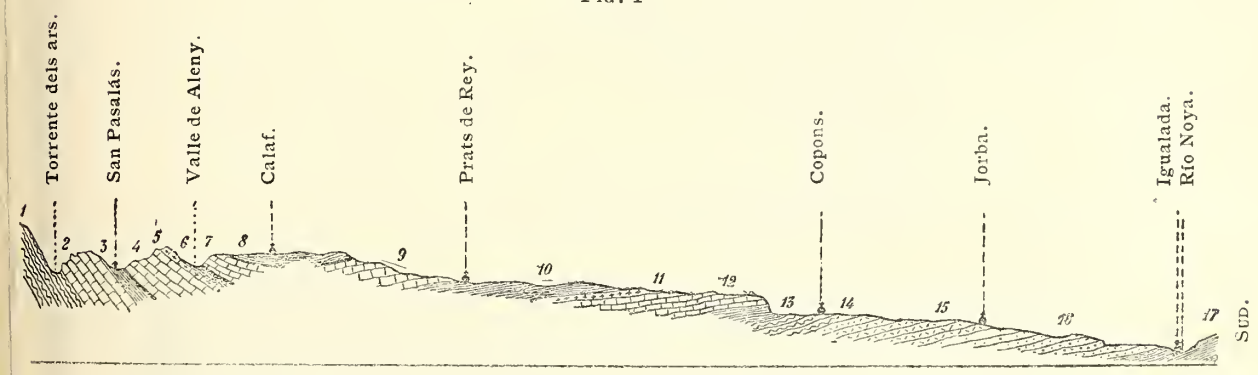
(3) *Mallada*—Decripción físlca geológica y de la prov. de Huesca.—*Mem. Com. Map. Geol. España. Madrid.*—1878.

(4) *Depéret.*—Aperçu general sur la bordure nummulitique du massif anciende Barcelona, et étude de la faune oligocène de Calaf.—*Bul. Soc. Geol. France.*—Réunion de Barcelona 1898.

qu'ici la désignation de *Miocène lacustre,* ce prétendu Miocène occupant de vastes surfaces dans le Sud de la Province de Lérida, dans une région de collines basses dont les villes de Cervera, Tárrega et Lérida sont les centres les plus importants.

La grande dépression triangulaire du bassin de l'Ebre comprise entre les Pyrénées au Nord, le bord de la Meseta au S.O. et les massifs côtiers de Barcelona et de Tarragona à l'Est et au S.E. représente dans son ensemble un vaste *geosynclinal* comprenant la série presque entière des terrains *Eocéne* et *Oligocéne.* Ces formations sont disposées en une cuvette dont les couches inférieures voisines de la bordure sont fortement redressées, tandis que les couches plus récentes du centre de la cuvette sont sensiblement horizontales. Il est donc nécessaire pour se faire une idée nette de la constitution stratigraphique de ce bassin très régulier et presque entièrement dépourvu d'accidents tectoniques, d'étudier une série de profils transverses et longitudinaux: nous avons choisi les suivants:

FIG. 1



COUPE PAR CALAF ET IGUALADA

Longueur 24 kilom.—Hauteurs libres.

1.—Gypse stratifié cristalin et marnes feuilletées.
2.—Calcaire blanchâtre avec un banc d'albâtre intercalé.
3.—Marges rouges et mollasses.
4.—Calcaires, mollasses et charbon.
5.—Banc à *Melanoïdes albigensis.*
6.—Marnes, mollasses et charbon.
7.—Calcaires en lits de 10 à 20 centimètres.
8.—Mollasses, charbon et marnes rouges.
9.—Calcaires en lits minces.
10.—Mollasses et marnes rougeatres
11 —Banc de molasse dure avec *Melanoïdes albigensis.*
12.—Calcaire en lits minces.
13.—Mollasses et marnes rouges
14.—Gypse et marnes feuilletées.
15.—Macignos et marnes grisâtres.
16.—Macignos et marnes rouge foncé.
17.—Marnes bleues marines de l'Eocène.

Cette coupe suit pendant 4 kilométres le sentier de Calaf à San Pasalás, et puis la route de Calaf à Igualada. Il traverse du Nord au Sud le gissement lignitifère de Calaf et Calonge, qui se compose de trois ou quatre groupes de couches charbonneuses de faible épaisseur placées à diverses hauteurs dans une puissante série de calcaires, marnes et mollasses où les calcaires en assises

bien réglées de 10 à 20^{cm} sont dominants: les marnes et les mollasses ont 1^{m} à 2^{m} d'épaisseur: les premières sont rougeâtres et les autres grises ou verdâtres.

Les couches, qui dans le plateau de Calaf sont presque horizontales, bien que, disposées en un léger synclinal, se redressent aux approches du ravin «dels Ars», limite des provinces de Barcelone et Lérida, où des gypses sédimentaires surgissent en un anticlinal dont nous n'avons visité que l'aile méridionale. Ils sont très puissants et très étendus; à l'Est et à l'Ouest on les retrouve souvent à travers les ondulations des couches qui les recouvrent.

Les marnes et mollasses son fréquemment fossilifères: les calcaires le sont rarement. Voici la faune de cette intéressante localité:

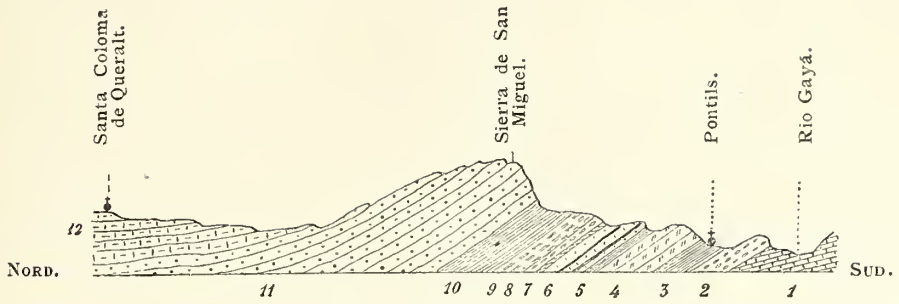
Ancodus Aymardi Pomel
Diplobune minor. Filhol.(=*bavaricum* Fraas)
Melanoïdes Albigensis Noulet. var. *Dumasi* Fontannes
M. occitanicus Fontannes.
Striatella Nysti Duchastel.
Vivipara cf. *soricinensis* Noulet.
Limnæa sp.
Planorbis sp.
Helix. sp.
Fragments de carapace d'*Emys.*
Graines de *Chara.*

En descendant la route vers Igualada, on retrouve les calcaires et les marnes mais les mollasses y sont plus developpées. Le gypse de Copons occupe la place de celui du ravin de les Ars, et audessus apparaissent des macignos et des marnes rouges qui donnent un cachet spécial au terrain. En arrivant à Igualada ville placée sur la rivière Noya, les marnes bleues nummulitiques se développent largement.

Cette coupe diffère quelque peu de celle qui parut dans le Mémoire géologique de M.M. Maureta et Thos sur la prov. de Barcelone. pag. 346 (1) parce qu'on y donna trop d'étendue verticale aux grès et aux macignos de l'eocène supérieur, qu'on fît monter jusqu'à Prats de Rey. Nous avons en effet trouvé *Melanoïdes Albigensis* beaucoup plus bas, près de Copons: ce qui fait que notre *Oligocène* (*proicène* de ces hauteurs) descend beaucoup plus aux dépens des grès, marnes, et macigno, de l'eocène lacustre supérieur, que nous arrêtons vers Copons.

(1) *Maureta y Thos.*—Descripción fisicageológica minera de la prov. de Barcelona.—Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España.—Madrid, 1881.

FIG. 2



COUPE DE SANTA COLOMA DE QUERALT A PONTILS

Longueur 6 kilometres.—Hauteurs libres

1.—Calcaires en plaquettes du muschelkalx.
2.—Calaire à *milliolites* et *alveolines*.
3.—Marne rouge.
4.—Calcaire rose.
5.—Marne rouge.
6.—Calcaire lacustre blanchatre et lignite.
7.—Banc à huitres recouvert par un lit de conglomerat.
8.—Calcaire à *milliolites* et *alveolina*.
9.—Marnes bleues à *nummulites atacica*.
10.—Marnes bleues à *serpula spirulea, terebellum*... etc.
11.—Poudingues calcaires, et marnes rouges.
12.—Marnes rougeâtres mollasses et calcaires.

Cette coupe suit la haute rivière Gaya (province de Tarragona), afin de traverser tous les bancs considerés jusqu'ici comme *Miocène lacustre inferieur* qui, nous le verrons bientôt, sont inférieurs aux assises qui se développent dans les plans d'Urgell, (province de Lérida.) Le contact de ces deux provinces se prête à cette exploration: il existe le long de cette ligne une large dépression dirigée S.O.—N.E. bordeé du coté Nord par les escarpements et les côteaux qui font la limite de la province de Tarragone, et elle comprend ce qu'on appelle «Cuenca de Barberá» (bassin de Barberá) et le haut bassin de la rivière Gaya. Nous l'avons suivie de Montblanch à Santa Coloma de Queralt, mais nous n'en donnons pas la coupe géologique parce que dans ce parcours on marche en suivant la direction des couches. Cependant, nous devons faire mention d'une carrière de ciment que nous vîmes à Sarreal, localité connue par les célèbres carrières d'albâtre qui à toutes les époques, ont fourni tant de materiaux á la sculpture religieuse de la Catalogne. Le ciment se fait avec une marne verdâtre, dure, qui repose sur des marnes rouges tendres, immédiatement supérieures aux bancs de gypse, et contenant d'abondantes empreintes de feuilles d'une laurinée que M. Fliche croît pouvoir attribuer à *Nestarda arcinensis* Ett. de l'oligocène de Bilin. Ces bancs reposent sur de grosses assises de conglomérat calcaire, que nous verrons bientôt à la base de la formation lacustre et sont recouverts par des marnes rouges et quelques autres bancs de conglomérats: les couches à plantes sont donc intercalées dans la partie supérieure de cette puissante série de poudingues.

Le village de Santa Coloma de Queralt est batie sur des marnes tendres grisâtres et des mollasses plongeant très peu vers le Nord, qui constituent la plaine. Aux approches de la chaine qui borde la contrée du côté Sud, traversée par la vallée du Gayá, on trouve des marnes rouges et des poudingues calcaires d'une forte épaisseur, qui se relèvent de plus en plus jusqu'au plongement de 45°. M. Mallada les a suivies pendant plus d'un kilomètre dans le sens de leur épaisseur à travers la chaine. Elles reposent sur les marnes marines de l'Eocène moyen.

Ces poudingues, considerés jusqu'à présent comme la base du *Miocène lacustre,* ont donc la même position que ceux qui, dans les Pyrénées catalanes se voient à San Llorens dels Piteus, à Berga, Vilada etc, soutenant directement les assises oligocènes. On les voit se prolonger au Sud Ouest en formant les montagnes à crêtes dentelées de San Miguel et de Camavert.

Les marnes bleues de l'Eocène marin sont très fossilifères: malgré le mauvais état de préservation, nous pouvons citer (1)

Serpula spirulœa Lamk.
Terebellum cf. *fusiforme* Lam.
Volutilithes sp.
Rostellaria sp.
Ampullina sp.
Tellina prœlonga Bell.
Solecurtus elongatus Bell.
Cyprina cf. *transversa* D'Arch.
Crassatella sp.

Les couches qui suivent plus bas constituent une série très interéssante par leur nature et leur position. Elles sont laguno-lacustres, à l'exception d'un lit à petites huîtres recouvert par un banc mince de conglomérat qui les sépare de l'assise à Milliolites. La base de cette série lacustre consiste en une épaisse assise de marnes rouges tendres, sur lesquelles est bati le village de Pontils au centre d'un élargissement de la vallée du Gayá: puis, des calcaires rosés: ensuite d'autres calcaires blanchâtres renfermant quelques lits de lignite très minces et inexploitables, et un banc de marne rouge lie de vin: au contact du lignite, on voit des coquilles d'eau douce et saumâtre très écrasées appartenant aux espèces suivantes:

Megalomastoma imbricatum Sandb.
Planorbis cf. *Chertieri* Desh.
Melanoides sp.

Cette formation lacustre repose en concordance sur un gros banc calcaire, à

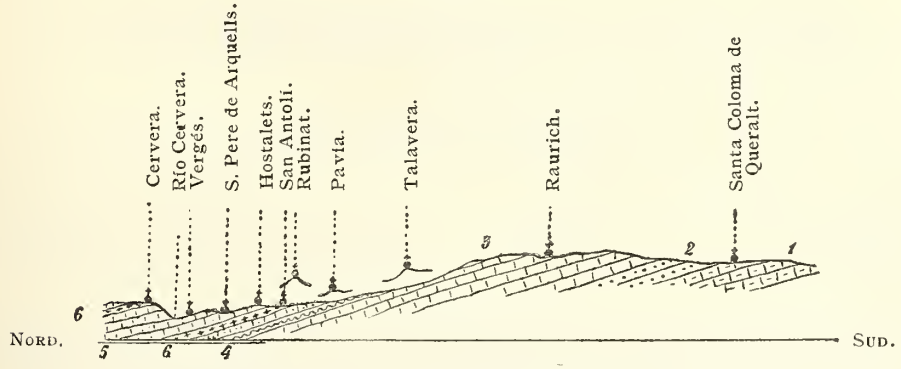
(1) Ces déterminations sont dues à l'obligeance de M. Doncieux.

milliolites et *alveolines,* par dessous lequel apparait en discordance le *trias* composé du calcaire en plaquetes si commun dans l'étage moyen (muschelkalk.)

Nous sommes donc dans un dépôt lacustre de l'Eocène moyen intercalé vers la partie supérieure du calcaire à alvéolines. Cette remarquable intercalation n'a pas échappé à notre ami et distingué géologue M. Mallada, qui en parle dans son Mémoire géologique sur la prov. de Tarragona (1) et, bien que, eu raison de la rapidité de son itinéraire, il n'ait pas reconnu le banc superieur à milliolites et alvéolines, la position de ces couches lacustres au-dessous de l'eocène marin à Nummulites lui sembla comparable à celle des assises Garumniennes des Pyrenées auquelles il crût pouvoir les assimiler comme âge géologique. Il crut qu'on pourrait s'expliquer la présence du gros banc calcaire à alvéolines au-dessous de cette série lacustre, par un accident tectonique difficile à préciser.

Grâce à une étude stratigraphique plus prolongée de cette intéressante localité, nous pouvons affirmer qu'il n'y a là, nul indice de fractures, de plissements ou de mouvements anormaux. Toute la série lacustre est intercalée entre deux depôts de calcaire à milliolites: en plus, le caractère lithologique de ces deux bancs à foraminifères n'est pas le même, comme cela serait si la réapparition de ce calcaire était due à un effet dynamique de l'écorce terrestre: le banc inférieur est très epais: c'est un calcaire d'un blanc de cire, très compact, où les milliolites sont difficilement visibles à l'œil nu: tandis que le banc supérieur est formé d'un calcaire impur, jaune sale, où les petits fossiles sont bien visibles: ce qui démontre que la réinvasion des eaux marines sur les sédiments lacustres se fit dans des conditions un peu différentes de celles qui avaient présidé au dépôt du calcaire inférieur.

Fig. 3



COUPE DE SANTA COLOMA DE QUERALT A CERVERA

Longueur 18 kilometres.—Hauteus libres

1.—Marnes rouges, mollasses et calcaires.
2.—Poudingues.
3.—Calcaires argileux.
4.—Gypse et marnes rougeâtres.
5.—Calcaires argileux alternant avec des marnes et des mollasses.
6.—Bancs à *melanoïdes albigensis.*

(1) Mallada.—Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona.—Mem. Mapa, Geol. de Esp. Madrid. 1890.

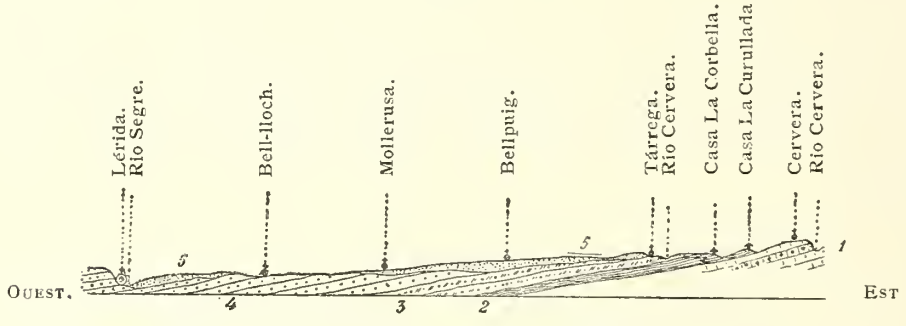
Cette coupe qui est le prolongement de la précédente vers le Nord, sort de la province de Tarragone, et entre dans celle de Lérida.

Le sentier qui monte jusqu'à la séparation des bassins hydrographiques de la R. Gayá et de la R. Cervera, nous présente toujours des assises de plus en plus supérieures avec une grande régularité. Ce sont des calcaires lacustres en bancs peu épais, des marnes tendres et quelques bancs de gypse intercalés vers la moitié supérieure. Les calcaires sont blanchâtres, fétides et très peu fosilifères en général: mais près de San Antolí nous y avons trouvé un exemplaire de *Melanoides albigensis*. Noulet.

Cervera, qui se trouve au sommet d'un coteau allongé qui domine du coté Nord la vallée de la rivière Cervera, est batie sur des mollasses et calcaires, dans lequelles nous avons trouvé, au pied des anciennes murailles *Melanoïdes albigensis* Noul. et *Limnæa longiscata* Brong.

Nous sommes donc sur le prolongement des couches de Calaf. Un faible affleurement de lignite qui apparait à Talavera, petite village voisin de notre itineraire, pourrait bien être le dernier représentant des couches charbonneuses de Calaf.

FIG. 4



COUPE DE CERVERA A LÉRIDA

Longueur 57 kilometres.—Hauteurs libres

1.—Mollasses et calcaires à *melanoïdes albigensis*.
2.—Marnes rouges.
3.—Calcaires et mollasses dures à ossements.
4.—Mollasses tendres et marnes rougeâtres.
5.—Aluvions quaternaires.

De Cervera à Tárrega nous avons suivi la route qui est parallèle au chemin de fer. La pente des couches va en diminuant peu à peu: des marnes rouges se présentent à la montée de «La Curullada»: et au dessus on voit au pied de la maison «La Corbella» des mollasses pétries de *Limnæa longiscata* Brg. et *Planorbis* cf. *cornu* Brg., ecrasés, avec quelques plaques d'*Emys*. Ont entre dans la plaine, et l'horizontalité est presque complète.

Tout près de Tárrega, une carrière de pierre de construction nous a fourni une faune importante. C'est une mollase dure, grisâtre, en bancs très réguliers,

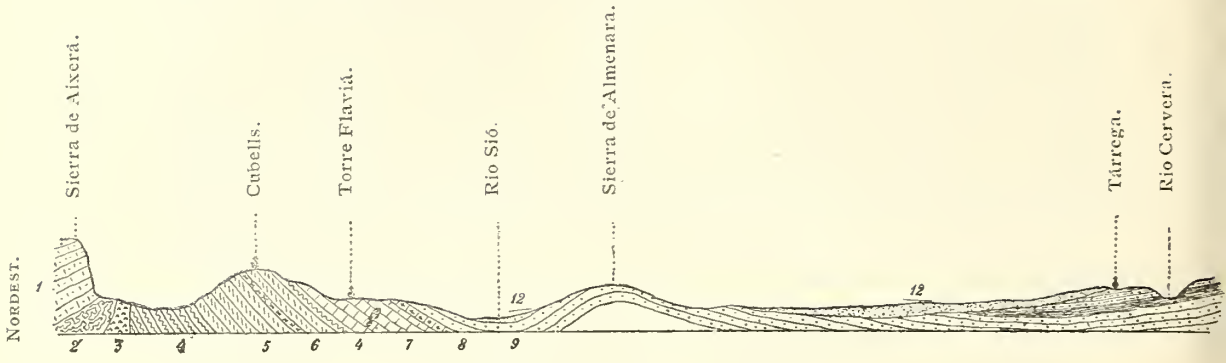
reposant sur un gros banc de marne rouge tendre, qui est sans doute le même que nous avons trouvé á «La Curullada». Par dessus se trouve une assise calcaire blanchâtre à grain très fin, se débitant en dalles qu'on exploite pour des travaux de construction.

Il y a quelques années M. François Clua, propriétaire à Tárrega et amateur passionné des sciences naturelles, remit à l'un de nous un maxillaire d'un petit Artiodactyle de la famille des Anthracothéridés, appartenant au genre *Brachyodus*. D'autres trouvailles se sont succédées, et aujourd'hui la flore et la faune de cette localité possédent déjà un véritable intérêt. Les espéces déterminées sont les suivantes:

Végetaux. ..	*Anœctomeria ?* (d'après M.M. Saporta et Zeiller)
	Sabal Lamanonis. Sap. id. id.
	Cinnamomum lanceolatum Unger (D'après M. Fliche).
	Leucothea (*Andromede*) *protogea* Unger id.
	Myrica acuminata. Unger id
Mollusques..	*Limnæa longiscata* Brongn. var. *ostrogallica*. Font.
	Planorbis cf. *cornu* Brongn.
	Planorbis polycymus Font.
Poissons.....	*Prolebias*. sp. D'après M. Sauvage c'est une forme affine de *P. Oustaleti* Sauvage de l'Aquitanien d'Auvergne.
Reptiles.....	*Emys*. sp.
Mammifères.	*Brachyodus Cluai*. Depéret. (plusieurs crânes et mandibules.)
	Theridomys siderolithicus. Pictet var. *major* Dep.
	Plesictis Filholi n. sp.
	Amphicyon ou *Pseudamphicyon* sp.

De Tárrega à Lérida, les assises qu'on découvre sous le manteau d'alluvions quaternaires, sont toujours de plus en plus élevées et très peu inclinées. Ce sont de gros bancs de mollasses verdatres et de marnes rougeâtres qui aux environs de Lérida constituent des côteaux tabulaires, formant le terme le plus élevé de la série lacustre que nous venons de traverser. La couleur et les caractères de ces dépôts les distinguent bien des précédents et font penser à un étage distinct. Malheureusement il n'y a pas jusqu'ici de fossiles; et quoique les marnes qu'on exploite pour les tuileries de Lérida aient donné quelques ossements et une machoire qu'on nous a dit être d'un Carnivore, nos efforts ont été impuissants pour les retrouver et les étudier.

Fig. 5



COUPE DE TÁRREGA A CUBELLS

Longueur 25 kilometres.—Hauteurs libres.

1.—Calcaire à rudistes.
2.—Gypse bigarré.
3.—Ophite.
4.—Gypse stratifié
5.—Macignos et marnes.
6.—Banc à *cyrenes.*
7.—Calcaires marneux.
8.—Mollasses avec *melanoïdes albigensis.*
9.—Molasses et marnes.
10.—Marnes rouges.
11—Calcaires et mollasses fossilifères à ossements
12—Aluvions quaternaires.

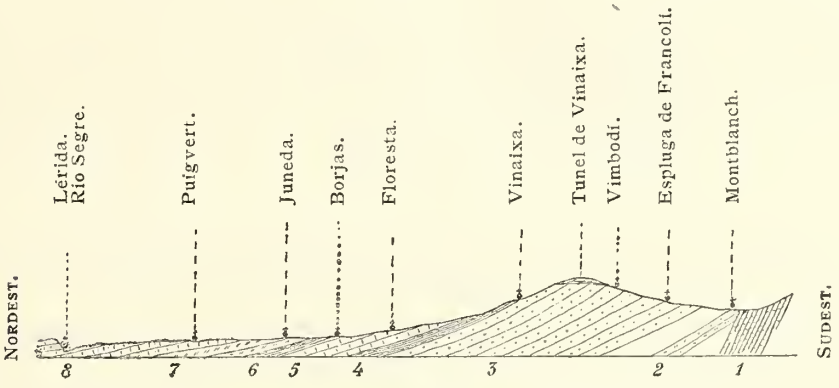
Cette coupe nous amène du centre du bassin oligocène jusqu'au bord Nord qui s'appuie sur les premièrs avant-monts pyrénéens.

Les assises de Tárrega avec un faible plongement vers le N.O. disparaissent sous les terrains modernes de la plaine d'Urgell et reparaissent à la «Sierra de Almenara», colline aplatie qui court de l'Est à l'Ouest, par l'effet d'un pli anticlinal, séparant les bassins des rivières Sió et Cervera. Le R. Sió coule au centre d'un synclinal dont les couches se redressent rapidement du coté Nord laissant affleurer près de «Torre Flaviá» un calcaire sableux verdatre avec *Melanoides albigensis.* Puis viennent des calcaires marneux et des macignos dans lesquels s'intercale un banc de gypse et tout près de Cubells un calcaire pétri de *Cyrènes,* constituant le massif de la «Sierra de Cubells.» Le plongement est de 45° au Sud, et par dessous apparait sans aucune discordance une puissante formation de gypse stratifié, qui touche au Nord à un dyke d'Ophite au delà duquel se relève le Sénonien de la «Sierra d'Aixerá.» Si nous suivions ou S.O. cette formation gypseuse, nous la verrions à Camarasa superposée en concordance de stratification sur les bancs de conglomérat, qui répresentent ici les poudingues de Santa Coloma de Queralt.

Toute la zone inferieure de cet ensemble de calcaires, marnes et macignos qui forment la montagne de Cubells est remarquable par ses caractères éminemment lagunaires. On y voit fréquemment la surface des bancs couverte de rides ondulées très régulières produites par les eaux; et nous devons à notre

ami M. Modesto Clua, de Balaguer, la trouvaille de nombreuses empreintes de pas d'oiseaux appartenant à deux espèces, l'une dont l'empreinte est grande de 10×14 centimetres, et l'autre petite de 2×3 centimetres, dont la longueur des pas est de 6 à 7 centimetres. Ces empreintes se montrant dans une épaisseur assez considerable d'assises, il est évident que la lagune etait très peu profonde et qu'elle obéissait à un lent mouvement de descente du sol.

Fig. 6



COUPE DE LÉRIDA A MONTBLANCH

Longueur 60 kilometres.—Hauteurs libres

1.—Dolomies et calcaires du muschelkalk.
2.—Calcaire rose.
3.—Poudingues et marnes.
4.—Marnes rougeâtres.
5.—Calcaire tendre blanc.
6.— Marnes rutilantes.
7.--Calcaires.
8.—Mollasses et marnes.

Cette coupe suit le chemin de fer Lérida-Tarragona. Les calcaires sableux de Floresta et Vinaixa sont sans doute le prolongement des calcaires et mollasses de Tárrega modifiés dans leur composition. Les conglomerats du tunnel et de La Espluga de Francolí sont le prolongement des poudingues de Santa Coloma à Pontils. Les calcaires rosés de Montblanch sont les mêmes que nous avons vu intercalés dans l'Eocène moyen à la vallée de Gayá: mais on ne voit pas ici les marnes marines eocènes ni les autres calcaires lacustres de la base, qui peut-être restent cachés sous les terrains modernes.

Les conglomérats se prolongent vers le S.O. Ils constituent les sierras de La Llena et du Montsant et traversent l'Ebre à Ascó.

Si d'Ascó nous marchons au N.O. passant de la province de Tarragona à celle de Lérida on monte ou plateau d'Almatret en recoupant des assises calcaires et marneuses toujours supérieures, et on y trouve une formatiou de lignite qui s'étend considérablement dans la province de Lérida, et penétre par Mequinenza dans celle de Zaragoza. Elle consiste en des couches de combustible de 0'80 metres

d'epaisseur qui sont l'objet d'une exploitation à Granja d'Escarpe, Serós et Almatret.

Ce bassin de lignite est appelé *Miocêne-lacustre* par tous ceux qui en on parlé. M. Donayre (1) y cite *Planorbis cornu* et *Limnæa ventricosa*. M. Cortazar (2) y cite aussi *Planorbis cornu*.

Ces fossiles, quoique très abondants dans les calcaires, sont toujours écrasés: mais un de nous a découvert à Almatret une assise marneuse où on peut detacher des individus très entiers de:

Planorbis cf. *polycymus* Font.
Planorbis cf. *cornu* Brongn.
Nystia Duchasteli Nyst
Limnæa cf. *longiscata* Brongn.
Hydrobia pyramidalis Desh.

Les couches à charbon nous ont donné en outre un maxillaire écrasé d'un *Crocodile* et un carapace assez complète d'un *Trionyx*.

Le *Nystia Duchasteli* étant un gastéropode essentiellement oligocène, nous devons placer dans ce terrain le bassin ligniteux d'Almatret.

RESUMÉ STRATIGRAPHIQUE.

En réunissant les données fournies par la série des coupes précédentes, nous pouvons établir la série suivante du bassin tertiaire de Catalogne, de bas en haut:

I. *Eocène inférieur.*—Sur le bord occidental du massif ancien de Barcelona, on sait que l'Eocène débute (Gerona, bains de la Puda etc.) par des dépôts fluvio-lacustres, torrentiels, formés de conglomérats divers et de limons ou de marnolithes rouges, caractérisés par le *Bulimus geruudensis* Vidal. Ces couches, qui répondent aux termes les plus anciens de l'Eocène inférieur, font défaut sur le bord sud du bassin dans la province de Tarragona, ainsi qu'on a pu le voir par la coupe n.° 2; nous avons vu en effet près de Pontils, le calcaire à Alvéolines et Milliolites reposer directement sur le Trias (Muschelkalk) en l'absence de couches lacustres inférieures.

La formation de ce calcaire à Alvéolines, très-épais, indique une transgression de la mer Eocène dans le bassin de Catalogne, invasion qui a du se produire soit à l'extrême fin de l'*Eocène inférieur* (étage yprésien), soit peut-être seulement au début de l'Eocène moyen (Lutécien inférieur.) L'un de nous

(1) Donayre.—Bosquejo de una descripción física y geológica de la prov. de Zaragoza. —Memorias Com. Map. Geol. España.—Madrid. 1873.

(2) Cortazar.—Descripción física y geológica de la prov. de Valladolid.—Madrid. 1877.

a montré qu'il en était de même, de l'autre côté des Pyrénées, sur le bord méridional de la Montagne-Noire.

II. *Eocène moyen.*—Nous rapporterons donc à l'ensemble de l'Yprésien et du Lutécien inférieur sans préciser davantage, la série des calcaires à Alvéolines et Miliolites de Pontils avec leur curieuse intercalation des couches laguno-lacustres à *Melanoïdes*, *Cyrènes* et *Planorbes*.

Cette formation ligniteuse n'est, en somme, qu'un simple accident d'estuaire près du rivage de la mer Nummulitique. Elle se compose de marnes rouges, puis de calcaire compacte rosé, enfin de calcaires blanchâtres alternant avec des marnes rouges et des veines de lignite, le tout sur une épaisseur totale de 200m. Ce dépôt présente à Pontils un maximum d'épaisseur: il s'étend au S.O. jusqu'à Montblanch, et il disparait aussi en s'amincissant vers le Nord-Est. La faune, de facies saumâtre, comprend:

Megalomastoma imbricatum. Sandb.
Planorbis cf. *Chertieri* Desh.
et surtout *Melanoides.*

Le facies marin reparait ensuite au-dessus de cet horizon lagunaire, sous la forme d'un banc de petites huîtres indéterminables, séparé par un mince lit de poudingues, d'un autre banc peu épais de calcaire de Alvéolines qui le recouvre.

On observe ensuite, en dessus, des marnes marines riches en *Nummulites biarritzensis* et *Guettardi.* Les couches supérieures de cette assise marine assez épaisse contiennent avec les mêmes Nummulites, une assez riche faune de Mollusques, dont les principales espèces sont: *Terebellum* cf. *fusiforme* Lk, *Volutilithes* sp., *Rostellaria* sp., *Solarium* sp., *Ampullina* sp., *Tellina prælonga* Bell., *Cyprina* cf *transversa* d'Arch., *Crassatella* sp., *Serpula spirulæa* Lk.

Cet ensemble de marnes marines, caractérisé par une même espèce de Nummulite (*N. biarritzensis* et par *Serpula spirulæa,* répond à un niveau élevé de l'Eocène moyen et comprend sans doute, avec la partie supérieure du *Lutécien*, tout l'étage *Bartonien.* L'assimilation est évidente avec les couches à *N. biarritzensis* et *Serpula spirulæa* de Biarritz et aussi avec les intercalations marines supérieures á *N. biarritzensis* dans les poudingues du Montserrat. Notre savant confrère, M. l'abbé Almera (1) a montré en effet que l'horizon à *N. biarritzensis* était, dans la coupe de cette montagne, superposé aux couches de *N. crassus* (*perforatus act.*) c'est-à-dire au Lutécien moyen.

Le facies marin de l'Eocène cesse avec les marnes à *Serpula spirulæa* et

(1) C'est un devoir pour nous de rappeler l'observation faite par M. Mallada dans son *Mémoire geologique de Tarragona*: on voit (p. 139) qu'il avait parfaitement observé la ressemblance des dépôts torrentiels et lacustres de la province de Huesca avec l'ensemble des couches de conglomérats, marnes et calcaires de la région de Pinell, mais l'absence de documents paléontologiques l'empecha d'abandonner la détermination de *Miocène lacustre* qu'il admet pour toutes ces assises.

nous n'aurons plus à observer au-dessus et d'ailleurs en concordance parfaite que des couches torrentielles, lagunaires ou continentales.

III.—*Eocène supérieur.* (*Proïcène.—Oligocène inférieur.* Sensu lato.)

a) *Conglomérats.*—Un puissant dépôt de conglomérats en grande partie calcaires, avec marnolithes rouges intercalés, succède directement aux marnes marines bartonniennes. Sauf quelques interruptions locales, on peut suivre ces poudingues depuis l'Ebre jusqu'au Montserrat et encore plus à l'Est. Dans le points où les conglomérats font défaut, ils sont remplacés par des mollasses rougeâtres et des macignos ou grès grossiers (coupe n.^{e} 1.)

Cette formation détritique enserre de toutes parts le bassin oligocène de l'Ebre, au Sud, à l'Est et au Nord. Dans cette dernière région, c'est-à-dire au pied des Pyrénées, elle est désignée sous le nom de *Poudingue de Palassou.* Elle est le témoin des courants violents et des phénomènes torrentiels provoqués par les phénomènes de plissement qui s'effectuaient á la fin de l'Eocène sur l'emplacement des Pyrénées.

Nous placerons en conséquence, dans cet horizon de poudingues de l'*Eocène supérieur*, les masses de poudingues d'Ascó, de Montsant, de la Sierra de la Llena, et du Mont San Miquel (province de Tarragona), (1) les macignos de Jorba et les poudingues supérieurs de la montagne de Monserrat (province de Barcelona); toutefois dans cette dernière montagne, la sédimentation torrentielle a commencée beaucoup plutôt, puisque le facies de poudingue englobe les couches marines à *Nummulites biarritzensis* (Bartonien et Lutécien supérieur), les couches á *Nummulites crassus* (Lutécien moyen) et même, sur le flanc oriental, de la montagne, tout l'Eocène inférieur.

L'épaisseur de cette formation détritique n'est pas constante depuis l'Ebre jusqu'au Montserrat. C'est au Montserrat, à la Sierra de San Miquel et au Montsant qu'elle est la plus puissante: elle s'amincit dans les intervalles au point de disparaître par passage latéral à des grès et à des argiles rouges. Ces irrégularités tiennent à la nature même de ces dépôts, qui acquièrent le maximum de puissance au débouché des vallées torrentielles venues du Sud et de l'Est, et entraînant dans la grande dépression lagunaire les matériaux détritiques arrachés aux chaînes du littoral. Ce massif littoral devait, comme l'un de nous l'a exposé en 1898 à la Réunion de la Société Géologique de France à Barcelona, s'étendre au loin du côté de l'Est et du Sud, sur l'emplacement d'une partie de la Méditerranée actuelle. Conformément à une idée exprimée par M. E. Suess, la côte actuelle de l'Espagne est le résultat d'une fracture suivie d'effondrement de la plus grande partie du territoire qui a fourni cette immense agglomération de galets calcaires.

b) *Gypse.*—L'assise gypseuse que nous avons indiquée dans nos coupes

(1) Réunion extraord. de la Societé géol. de France à Barcelona 1898.

à Copons, au ravin des Ars, à Cubells, occupe un niveau très constant au-dessus de la formation des poudingues. Comme d'autre part ces gypses s'enfoncent au-dessous des couches *sannoisiennes* de l'horizon de Calaf à *Ancodus* et *Melanoïdes albigensis,* il parait logique d'attribuer cette importante formation gypseuse qui occupe une place constante sur le pourtour du bassin, à la fin de l'*Eocène supérieur* et d'y voir l'équivalent des gypses de París, c'est-à-dire du *Ludien supérieur.* Malheureusement, aucune découverte paléontologique n'est venue jusqu'ici confirmer cette détermination très vraisemblable stratigraphiquement.

IV—*Oligocène* (s. stricto).—La série Oligocène (à laquelle il serait peut-être plus logique de joindre â titre de base ou d'étage inférieur les poudingues et les gypses ludiens ci-dessus décrits) se compose de plusieurs séries d'assises calcaires régulières, alternant avec des marnes rouges ou grises et des mollasses verdâtres. Les mollasses prédominent à la partie supérieure de la série.

1. Etage *Sannoisien.*—L'étage Oligocène inférieur ou Sannoisien se partage aisément en trois horizons fossilifères successifs, qui sont de bas en haut.

a) *Calcaires en plaquettes â Cyrènes.*—Ces plaquettes calcaires minces accompagnées de marnes verdâtres ou rosées, se montrent immédiatement au-dessus des gypses dans la coupe du ravin des Ars (coupe n° 1): elles n'ont pas fourni de fossiles en ce point, (1) mais à Cubells (coupe n.° 5) où elles se montrent dans une situation semblable au-dessus des gypses ludiens, elles ont fournies à l'un de nous de mauvaises empreintes d'une Cyrène, qui nous a paru rentrer dans le groupe de *Cyrena semistriata* Desh. de l'Infra-tongrien. Cette espèce se rencontre dans une position identique à Gargas immédiatement au-dessus des couches classiques à *Palœotherium.*

b) *Horizon de Calaf á Ancodus Aymardi.*—Les calcaires lignitifères de Calaf à *Ancodus Aymardi* Pomel, *Diplobune minor* Filhol, *Melanoides albigensis* var., *Dumasi* Font., *M. occitanicus* Font., *Striatella Nysti* Duchastel *Vivipara* cf. *Soricinensis* Noulet, représentent un niveau déjà assez élevé du Sannoisien, correspondant aux couches à Striatelles de Barjac dans le bassin d'Alais et aux dépôts à *Ancodus* de Ronzon, près le Puy en Velay.

Vers le Sud-Ouest de la région étudiée dans ce Mémoire, on observe à *Granja de Escarpe* (province de (Lérida) un autre afleurement lignitifère analogue à celui de Calaf et intercalé comme lui dans l'Oligocène inférieur, ainsi que le démontre la petite faunule découverte à Almatret dans les calcaires noirs au-dessus du lignite: *Trionyx,* Crocodile, *Nystia Duchasteli* Nyst, *Planorbis* cf. *cornu* Brg., *Planorbis* cf. *polycymus* Font., *Limnæa* aff. *longiscata* Brg., *Hydrobia pyramidalis* Desh.

---

(2) Près de Pontils, un fragment de calcaire roulé dans le Rio Gayá nous a fourni un moule très net de *Cyrena semistriata* Desh; la zone des plaquettes à Cyrènes doit donc exister un peu plus haut dans la vallée de ce ruisseau, bien que nous n'ayons pu l'observer en place.

La présence de *Nystia Duchasteli* indique le Sannoisien, mais il est difficile de dire si les lignites d'Almatret sont rigoureusement contemporains de ceux de Calaf.

Le bassin de Granja de Escarpe se prolonge àl'Ouest dans la province de Zaragoza par les gisements lignitifères de *Mequinenza* et *Fayon* jusqu'ici toujours attribués au Miocène lacustre et qu'il faudra descendre, comme ceux d'Almatret, dans l'Oligocène inférieur.

c) *Horizon de Tárrega á Brachyodus Cluai.*—Les dalles calcaires de Tárrega à *Brachyodus Cluai* Dep., *Theridomys sideroliticus* Pictet var. *major*, *Plesictis Filholi* n. sp., *Amphicyonidé, Limnœa longiscata* Brg. var. *Ostrogallica* Font., *Planorbis* cf. *cornu* Brg., *Planorbis polycymus* Font., Végétaux et Poissons (*Prolebias* sp.) occupent un niveau beaucoup plus élevé que Calaf dans la série oligocène du bassin de l'Ebre. Toutefois la présence de Limnées allongées du type *longiscata* ne permet pas d'y voir un étage plus récent que le Sannoisien. et nous sommes amenés à attribuer les couches riches en Mammifères au Sannoisien tout à fait supérieur, vers le limite de l'étage Stampien.

2. Etage *Stampien.*—Il faudra très probablement rapporter au Stampien (Oligocène moyen) les épaisses couches de mollasses et de marnes qui sont superposés à l'horizon de Tárrega et s'étendent en strates horizontales, au centre du bassin de l'Ebre jusqu'à Lérida et beaucoup plus à l'Ouest. La présence certaine de débris de Mammifères fossiles dans ces couches aux environs de Lérida permettra sans doute bientôt d'apporter à cette manière de voir une confirmation paléontologique précieuse, qui fait défaut jusqu'à ce jour.

3. Etage *Aquitanien.*—L'oligocène supérieur (*Aquitanien*) n'affleure pas dans les limites de la région que nous avons parcourues, mais certains fragments de marne blanchâtre provenant de Vera (province de Zaragoza) et, conservés au Musée de l'Académie de Barcelona et contenant un sujet non douteux d'un *Helix* du type *Ramondi* Brogn., nous autorise à supposer que cet étage doit exister plus à l'Ouest dans la province de Zaragoza. Ainsi se compléterait la série oligocène qui remplit l'immense dépression tertiaire de l'Ebre.

Le principal résultat du présent travail sera d'avoir démontré que la puissante formation tertiaire lacustre de Catalogne jusqu'ici rapportée pour la majeure partie au Miocène lacustre (miocène de l'Ebre), est en realité d'âge Oligocène et succède en parfaite concordance aux dépôts Eocènes du pourtout du bassin. Cette conclusion s'applique non seulement au bassin lacustre de Catalogne, mais s'étend aux parties voisines de l'Aragon, ce qui nous fait entrevoir la possibilité de comprendre aussi dans l'Oligocène la plupart des dépôts lacustres

tertiaires du Centre et du Nord de l'Espagne. (1) Si l'on met à part les petites portions de ces dépôts qui à Madrid, Teruel, Valladolid, ont fourni des ossements de Mammifères tels que *Hipparion gracile,* et *Mastodontes,* dont l'âge Miocène supérieur n'est pas douteux, il reste encore de grandes étendues dont les caractères lithologiques rappellent plutôt ceux de la série oligocène de Catalogne, et dont les rares fossiles cités jusqu'à ce jour, tels que *Limnæa longiscata, Planorbis cornu*, etc., paraissent justifier aussi cette classification.

PRESENTED
14 MAY. 1906

(1) Il est juste de rappeler ici que M. Larrazet en 1896 a déjà rapporté à l'Oligocène une partie des couches laguno-lacustres du Nord de l'Espagne, comprenant celles du petit bassin de Miranda de Ebro que notre ami Adan de Yarza avait déjà classé dans cette étage en 1885, et celles des bassins de Bribiesca et de Medina de Pomar, dont l'ensemble peut être consideré comme le prolongement occidental du grand bassin oligocène del'Ebre. (*Larraset.*—Rech. geol. sur la région Orient. de la prov. de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et de Logroño. Thèse, Paris, 1896.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 20

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y GÉNESIS

DE LA PLANA DE VICH

acompañada de su Mapa topográfico geológico á la escala de 1/30000

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Publicada en abril de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 20

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y GÉNESIS DE LA PLANA DE VICH

acompañada de su Mapa topográfico geológico á la escala de 1/30000

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Publicada en abril de 1906

NATURAL HIST

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

PUBLICACIONES PRINCIPALES RELATIVAS A LA GEOLOGÍA

DE LA PLANA DE VICH

1847. *Llobet y Vall-llosera.*— Explicación de varios fenómenos geológicos que presenta el llano de Vich.

1852. *De Verneuil* et *Collomb.*—Coup d'œil sur la constitution geologique de quelques provinces de l'Espagne (Bull. Soc. Geol. de France. 2e serie, T. X. p. 61).

1877. *Masferrer.*—Recuerdos botánicos de Vich. (Anales de la Soc. Esp. de Historia natural. T. VI).

1881. *Carez.*—Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne.

1881. *Thós* y *Maureta.*—Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.

1886. *Vidal.*—Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.

1898. *Almera* y *Vidal.*—Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Barcelone. (Bull. de la Soc. géol. de France, 3e serie, T. XXVI, pág. 661.)

1902. *J. Lambert.*—Description des Echinides fossiles de la province de Barcelone. (Mem. de la Soc. Géol. de France. T. IX.)

1905. *A. Neviani.*—Bollettino della Società geologica Italiana, Vol. XXIV.

1905. *Almera.*—Descripción de la comarca titulada «Plana de Vich». (Anales de la Soc. Esp. de Historia natural. T. III. Memoria 6.ª).

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y GÉNESIS

DE LA TITULADA «PLANA DE VICH»

acompañada de su Mapa topográfico-geológico á la escala de 1/30000

por el Académico numerario

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Sesión del día 30 de junio de 1905

INTRODUCCION

La región en que nos vamos á ocupar pertenece á la cuenca del Ter, una de las más importantes que recorren el antiguo principado de Cataluña. Situado este río en la parte oriental del mismo y partiendo de los Pirineos orientales, recoge las aguas de su vertiente meridional desde el *Coll de Tosas* hasta *Ull de Ter,* entre cuyos collados yergue la elevada mole del Puigmal. Después de seguir sus aguas bastante trecho una dirección casi paralela á la cordillera en que tiene su origen, tuerce hácia el E. bruscamente hasta formar un ángulo agudo al llegar á Manlleu para llevar, por tortuoso y largo camino, sus aguas á las playas de *Pals*, junto al cabo *Estartit*.

Entre las comarcas incluidas en esta cuenca, hay la titulada *Plana de Vich*, perfectamente limitada por los accidentes naturales del terreno.

CAPÍTULO I.

CUENCA SECUNDARIA DEL GURRI (1)

Enclavada esta llanura en la parte baja y meridional del rio Ter, constituye de sí una cuenca especial, á la que llamó el laborioso geólogo de nuestro país, Sr. Llobet, cuenca media del Ter, y que á juicio del malogrado botánico Masferrer, mejor podría llamarse cuenca del Gurri, dándole así el nombre de la principal arteria, que recoge casi todas sus aguas y las reune á las del dicho rio.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Su situación geográfica, ó sea, su longitud y latitud, pueden fijarse de una

(1) *Masferrer;* Recuerdos botánicos de Vich. An. de la Soc. Esp. de Hist. nat. T. VI, 1877.

manera aproximada, diciendo que se halla incluida en el cuadrilátero formado por los dos meridianos, cuyo valor respectivo, referidos al observatorio de Madrid, es 5°50′ longitud E. y 6°3′ longitud E. también, y los dos paralelos 41°51′ latitud N. y 42°3′ latitud id.

Su altura sobre el nivel del mar es de unos 500 metros, como término medio, pues fluctúa, prescindiendo de la de los montes que la rodean (775 m.) y cuyas vertientes forman en realidad parte de la comarca, entre 570 metros y 440 id.

EXTENSIÓN

Su mayor extensión es en dirección de N. á S. (unas cuatro leguas), siendo la menor de E. á O. (unas dos leguas) , y mide, por tanto, unas siete leguas cuadradas de superficie.

LÍMITES

Los límites naturales de la Plana, considerándola como cuenca hidrográfica, son algo más reducidos de los que por lo general, y con fundada razón, se le señalan. Así que pueden fijarse del modo siguiente: limítala por el N. el río Ter, desde el pié de Sobremunt hasta Sant Pere de Casserras, ó mejor todavía hasta que, abandona en su cauce el terreno sedimentario del llano, para deslizarse sobre el granítico de la vecina comarca, entre Sant Pere de Casserras y Sant Romá de Sau: por la parte del E., la línea que une las cumbres y separa las dos vertientes de una cadena de montes, que, empezando en el referido Casserras, siguen por Puig del Far, Puig Castellá, Sant Llorens, Colldeportell, de Romagats, Puiglagulla, Coll del Vilar hasta detrás del pueblo de Taradell, la cual la divide de las Guillerías, ó sea de la cuenca de la *riera Majó,* á la que van á parar las aguas de la vertiente E. de los referidos montes, al paso que su vertiente O. forma parte de la cuenca del Gurri, en su lado S. Hállase separada de la comarca inmediata, del Congost,—que pertenece ya á la cuenca del Besós,—por la región titulada *Aigues partides*; en donde el cambio de pendiente obliga á las aguas que en ella caen á tomar direcciones opuestas. Por este lado es difícil señalar con precisión una série de montes ó colinas que contribuyan á esta separación, debiéndonos limitar á decir que, los de Taradell, Seva y algunos de Tona, son los que sólo de un modo sensible se destacan en dicho costado. Finalmente, ciérranla por el O. una série de montes, que se elevan sobre la Plana, de constitución idéntica á la de la parte del llano contiguo, con muchas entradas y salidas, formando gradaciones y unas como ondulaciones sobre la superficie del mismo, las cuales empezando en Collsuspina, siguen por Sant Esteve, Gurb, Sant Bartomeu, hasta más allá de Orís; y la separan del Llussanés, que es la comarca colindante por aquel lado, perteneciente ya á la cuenca contigua del Llobregat.

GEOGRAFÍA FÍSICA

OROGRAFÍA

Fijándonos en el conjunto de la configuración exterior de la Plana, parécenos, al primer golpe de vista, mirándola desde cierta altura, una llanura perfecta, con suave inclinación hácia el N. y con una ligera depresión longitudinal en su parte media: de modo que puede compararse á la de un lago, cuyas aguas movidas por ligera brisa, presenten sólo ligeras ondulaciones; mas cuando la observamos de cerca, cambiamos por completo el concepto, y lo que nos pareció comparable á un lago tranquilo, sólo á un tempestuoso mar de encrespadas y colosales olas se asemeja: tales son los accidentes que su superficie nos presenta. Situados en el centro, vémosla cercada por un anillo completo de montañas, que parecen ser derivaciones de las dos moles del Montseny y Pirineos, que más allá de esta primera barrera, ostentando sus elevadas cumbres, asoman, la primera hácia la parte SE., y á mayor distancia la segunda, por el lado N.

La superficie desigual del llano, además de la inclinación general que hácia el N. tiene toda ella, ofrece en su conjunto dos pendientes que concurren en una línea longitudinal y casi media, conforme acabamos de indicar; y además vallecitos en bastante número, separados por pequeñas colinas, agrupadas por lo general, y especialmente en su parte occidental, en séries transversales, que guardan entre sí cierto paralelismo. Las séries de colinas aludidas del O. de la comarca corresponden á otras tantas entradas, que en la superficie del llano originan los ondulados montes, que por aquella parte le cierran, y de los que hemos hecho antes mención. Estos pequeños valles, cuyo conjunto constituye la Plana, y de los cuales varios tienen en el país nombres propios (como por ejemplo, Sot de'ls Pardals, Sotalades, Plans, etc.), presentan en su fondo una porción casi horizontal más ó menos extensa, por la cual, como luego se dirá, corre casi siempre un torrente ó arroyo, elevándose luego el terreno con mayor ó menor suavidad en verdaderos escalones (llamados en el país feixes), de variable extensión y altura, hasta alcanzar la parte superior de las colinas que integran el valle. Estas, que en su parte inferior se confunden con las laderas de los vallecitos parciales, presentan en conjunto una forma conóidea, también, con sucesivos peldaños que de contínuo se van desgastando por la acción de los agentes erosivos de la atmósfera.

HIDROGRAFÍA

Por más que no pueda decirse que sea la Plana de Vich un país abundante en aguas, no es tampoco tan escaso de ellas, que no se hallen repartidos en toda su extensión innumerables manantiales naturales de aguas potables, y que no se

las obtenga en muchos puntos con sólo abrir pozos de escasa profundidad por lo general; de modo que no sólo se hallan provistos de sus correspondientes manantiales la mayoría de los pueblos que en gran número—más de veinte– se pueden contar dentro de su perímetro, sino que algunos (como Taradell, Sant Juliá de Vilatorta, Tona y otros) las tienen muy abundantes y notables por la pureza de las mismas; y apenas hay casa de campo, entre los muchos centenares que la pueblan y adornan al mismo tiempo, que no tengan su fuente vecina, ó cuando menos su pozo de aguas potables.

Estas, por lo general, son algo calcáreas y aún algunas del lado O. selenitosas; las más puras, ó mejor dicho, las más potables son las del SE. del llano, por deslizarse entre areniscas siliceas ó maciños. Tampoco faltan en la comarca, como en lugar más á propósito se repetirá, algunos manantiales de aguas salinas minero-medicinales.

Sin descender á minuciosos detalles sobre los diversos arroyos que los manantiales originan y la manera como éstos se reunen entre sí y con las aguas pluviales para formar arroyos mayores, torrentes y ríos, seguiremos una marcha inversa indicando el curso de las principales corrientes que surcan el llano, yendo de mayor á menor. (Consúltese el mapa). Ya llevamos apuntado que el río Ter, que es el que en definitiva recoje todas las aguas de la comarca, abandonando los desfiladeros y abismos en que más arriba de Sobremunt se halla encajonado, entra en la Plana de Vich por la parte norte de la misma y describiendo un arco, viene á pasar después de tortuoso curso y variadas inflexiones, por más abajo de Sant Pere de Casserras para unirse á la riera Majó. A la mitad de su curso por la Plana próximamente, ó sea entre los pueblos de Roda y Manlleu, recibe las aguas de la arteria principal del mismo, que es, como hemos dicho, el río Gurri, el cual corre á lo largo de su depresión media longitudinal, dividiéndola por tanto en dos partes desiguales, (de las cuales, la de su izquierda ú O. de la Plana, es algo más extensa) y recoge por uno y otro lado la gran mayoría de riachuelos, arroyos y torrentes que en ambos lados se originan.

Por ser, como se acaba de decir, más extensa el área de la parte izquierda de su cuenca, y estar, por su especial orografía, formada de séries de colinas paralelas en relación con los montes del O., tienen mayor importancia los afluentes de aquel lado, por cuyo motivo empezaremos por ellos. El primero que recibe es el Talamanca, pequeño riachuelo de escasa importancia que afluye al Gurri en término de Sant Estéve de Viñolas. Más al S. y en el término de Santa Cecilia de Voltregá recibe el Sorreitg, algo mayor que el anteriormente referido. Desde este punto hasta cerca de la ciudad de Vich sólo afluyen al mismo pequeños torrentes y arroyos, como el Rimentol, en el término de Granollers de la Plana; y junto ya á Vich desagua en él su principal afluente ó sea el Meder (riera de Vich), formado por la reunión de varios arroyos y torrentes, siendo los principales la riera Salada y la riera de Sen Foras, además del torrente de Sant Jaume ó riera de Pontpedrís, que se le une junto á su desembocadura en el Gurri. Más al S. de Vich sólo

recibe las aguas de la riera de Tona y Seva que casi podría ser considerada como una de sus ramas originarias, la cual nace en las vertientes septentrionales del Montseny. En su parte derecha muchos son los arroyos y torrentes que al Gurri afluyen; mas son todos de tan escaso interés, que ninguno de ellos tiene nombre propio, designándose sólo algunos con los nombres de las localidades por donde pasan (como por ejemplo torrente d' Altariva, de Romagats, etc.) Más abajo del punto donde el Gurri entrega sus aguas á las del Ter, hay algún pequeño arroyo como los de Sant Llorens, Coll sa Meda que por Tavérnolas, desembocan directamente en éste. Deben, pues, considerarse, en el concepto hidrográfico, como una rama colateral de la gran arteria de toda la cuenca.

CAPÍTULO II

Documentos relativos á la geologia de esta Plana

Referentes á la geología de esta Plana dicen los Sres. Thos y Maureta (1) »Si desde Vich nos dirigimos á Tortadés por San Julián de Vilatorta, las arenis»cas y conglomerados del cretaceo lacustre (2) se nos ofrecen á la vista al doblar »el Coll de Portell ocupando la vertiente oriental de la sierra hasta su tercio »inferior. El granito aparece debajo esta capa muy descompuesto, circunstancia »que unida á su coloración análoga á la del tramo danés (3) y á la acumulación de »detritus procedentes de la descomposicion de las rocas de éste, hace que se »presente muy borrosa la línea de separación entre ambas formaciones. El buza»miento de las capas cretáceas es, según dijimos, 6° á 7° al NO.»

»Atravesando el Ter por el valle de Sau en dirección á la provincia de »Gerona, se contornea el macizo de Tavertet en cuyas laderas casi verticales se »elevan los sedimentos daneses á la altura de 300 metros sobre el valle, formando »una ancha faja de vivo color rojo que ciñe á la montaña por su base. El Ter ha »profundizado su cauce entre estos sedimentos hasta descubrir el granito subya»cente, el cual aparece solo en sus riberas y queda cubierto por aquellos, lo »mismo en Vilanova que en San Roman de Sau.

En la pág. 325 dicen: «Estas areniscas (las del tramo inferior) se extienden »hasta las inmediaciones de Roda, en cuya villa aparecen por bajo de las mismas »unos bancos de caliza marmórea azulada ó gris negruzca cuajada de pequeños »numulites con la cual se construyeron las columnas monolíticas (4) que decoran »la fachada de la Catedral de Vich, lo mismo que la piedra de que se construyó el »panteón de Balmes.

---

(1) Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona. Pág. 307-308.

(2) Es el eocénico inferior.

(3) Es el anterior.

(4) Fueron sacadas de un banco del término municipal de Roda, más abajo de Codoldret ó C. Trabosch

En la pág. 326 dicen: Descendiendo desde el Coll de Portell (Romagats) á »Vich por San Julián de Vilatorta, se atraviesan grandes bancos de maciño fosi»lifero en alternación con margas y con calizas, que en los alrededores de casa »Puigsech son algo sabulosas, de tal modo que la cal que se fabrica con ellas »necesita poca arena para formar mortero, mientras que en otros puntos son »muy compactas y marmóreas. Los maciños más ó menos margosos presentan »tintes azulado ó amarillento; se caracterizan sobre todo los amarillentos, por la »abundancia de granos de cuarzo, cuyo tamaño es muy variable, y por el gran »número de *Pecten* y *Ostreas* fuertemente adheridas á la roca juntamente con »grandes ejemplares de *Nerita Schmideliana*, *Cerithium giganteum*.

«En la capilla de Sant Pons, situada junto á casa Puigsech, los bancos de »maciño sobre que la misma está cimentada contienen innumerables numulitos y »ostras, en mal estado de conservación las últimas. En la zona comprendida »entre el pueblo de San Julián de Vilatorta ó de las Ollas y la masia Altarriba, la »roca predominante es un maciño de tinte azulado, en el que se ven algunos cris»tales de cuarzo, y cuya consistencia es tal que se explota como piedra de cons»trucción.

»Si desde el citado pueblo se marcha en dirección á Vich, encuéntrase, antes »de llegar á San Martín de Riudeperas, el límite entre el numulítico inferior y el »medio, continuando este último al descubierto hasta la vertiente opuesta de la Plana.

»En Vilalleons las calizas correspondientes al numulítico inferior son tan »compactas que pueden pulimentarse y utilizarse como mármoles.

En la pág. 332 dicen: el tramo medio es el que mayor desarrollo alcanza »dentro del grupo numulítico y se caracteriza por el predominio de las margas »con las cuales se intercalan, á grandes intervalos, algunas capas de caliza y de »maciño más ó menos margosas.

»La Plana de Vich y la comarca de Igualada se han formado con los sedi»mentos de este tramo, y es imposible, cuando se visita uno de estos valles, des»pués de haber visto el otro, no descubrir la semejanza que entre ambos existe.

»El color ceniciento ó azulado y el carácter deleznable de sus elementos, im»primen á esta faja numulítica un aspecto tan especial, que permite reconocerlo »á distancias considerables. La denudación, ejerciéndose enérgicamente sobre »dichos elementos, ha abierto entre ellos profundas arroyadas, dejando por todas »partes diseminados una multitud de cerros de poca elevación, terminados ordi»nariamente por superficies planas y cortados en sus laderas por estrechos y »profundos barrancos. Las faldas de estos cerros se hallan formadas por capas »arcilloso-margosas y alguna vez yesosas y la planicie superior por bancos de »maciños margosos, los cuales, ofreciendo mayor resistencia á la acción destruc»tora de las aguas, han servido de amparo á los estratos subyacentes, librándola »de su desaparición completa.

»Son muy ricas en fósiles las capas que nos ocupan, sobre todo en la proximi-

«dad de los otros dos tramos entre que vienen comprendidos; pero en su parte »media las margas pasan á marnolitas y son poco fosilíferas. Abundan principal- »mente entre los fósiles los *Gásterópodos*, los *Coralarios* y los *Foraminíferos* y »son menos frecuentes los *Acéfalos* y los *Equinodermos*. Aún cuando su fauna »ofrece en conjunto bastante analogía con la de los otros tramos, podemos citar »como especies más características la *Serpula spirulaea*, la *Turritella imbricataria* y los *Nummulites Leymeriei* y *N. Ramondi*.

»Este tramo es un buen punto de referencia, y, según d'Archiac, forma un »excelente horizonte geognóstico, acerca de cuya colocación no pueden caber »dudas.

»Gurb, Folgarolas, Sabassona y Tona son las localidades que hemos reco- »rrido con mas interés, entre las que vienen comprendidas en la Plana de Vich. »El estudio de las colinas de Gurb y del cerro de Sabassona, al NO. de Vich las »primeras, y al NE. el segundo, es en extremo curioso, porque siendo ambos »puntos muy fosilíferos, corresponden dentro del mismo tramo, á niveles estrati- »gráficos diferentes, hallándose el primero en contacto con el tramo superior y el »segundo con el inferior.

»En las inmediaciones de Folgarolas los maciños que descansan sobre las »margas azules son menos arcillosos y más cuarzosos que de ordinario, lo cual les »comunica mayor consistencia y permite que se exploten como piedra de construc- »ción. Dichos maciños, que se presentan en bancos de algunos metros de espesor, »son de colores claros y de grano fino unas veces y más grueso otras, pasando á »gonfolitas; su cimento arcillo-calífero es abundante y contienen nódulos esféricos »de caliza espatizada.

«Maciños muy parecidos á los anteriores aparecen igualmente en una cante- »ra junto al torrente del Pou, camino de Vich á Sabassona, intercalándose entre »ellos una delgada capa caliza compacta. En el collet de la Bellacona estos ma- »ciños contienen algunos fósiles.»

En la pág. 324 continúan: «Desde Vich al límite de la Plana, siguiendo la »carretera de Ripoll, la estructura del terreno no ofrece variación notable. En »todo este largo trecho continúan presentándose las margas azules y grises en »alternación con maciños y calizas.»

Pág. 335. «El tramo superior, á la inversa del medio, tiene escasísimo desa- »rrollo y no siempre es facil observarlo en el contacto del numulítico con las are- »niscas y conglomerados que le son superiores. Consta principalmente de maci- »ños muy duros en bancos de dos y tres metros de espesor y de yesos interes- »tratificados con algunos lechos subordinados de margas, ofreciendo todo el »conjunto un tono blanquecino ó gris amarillento.»

En la página 336, después de tratar de la región de Manresa, dicen: «San »Bartolomé del Grau en la Plana de Vich, es otro de los puntos en que el mismo »tramo se presta mejor á su estudio. Descúbrense allí unas areniscas blanque- »cinas (maciños), de grano muy fino y unido, conteniendo *Pectens* y otras espe-

»cies intercaladas en lechos de margas y areniscas azuladas con yesos, que so-»portan las areniscas y conglomerados del tramo superior.

»La faja yesosa se destaca en manchas blancas sobre la parte alta de la ver-»tiente occidental de la Plana de Vich.»

M. Carez (1) referente á la misma plana, pág. 176, dice:

«El valle de Vich es uno de los más importantes de Cataluña por lo que mira »á los terrenos terciarios, y merecería un estudio más profundo que el que yo »puedo hacer. Se extiende desde el Figaró á Sant Feliu de Torelló. En la exten-»sión que le atribuyo no tiene una pendiente constante, pues hácia Centellas está »el punto culminante, de suerte que las aguas desde ahí unas se dirigen á Vich y »Manlleu y otras hácia Granollers. Las capas están regularmente inclinadas há-»cia el N. por lo que conviene empezar la série de las mismas cerca del Figaró. »El granito que constituye la mayor parte del macizo del Montseny, se extiende »hasta este pueblecito y sirve de base al eocénico que le cubre directamente. Las »primeras capas se componen de areniscas groseras de grano grueso de color »rojo pardo, presentando, á trechos, conglomerados. Estos no se distinguen de »las areniscas más que por la presencia de trozos angulosos de pizarras, porque »la pasta que las contiene está formada asimismo de granos de cuarzo enrojeci-»dos. La potencia de estas capas rojas es de unos 250 metros, cuya base sobre »todo está constituída por los conglomerados, y la parte superior, por margas »rojas. El corte que presenta el valle manifiesta la manera de apoyarse las capas »rojas sobre las estribaciones del Montseny.

»Encima de estas areniscas, que parecen faltas de fósiles en este valle, existen »todavía algunas calizas sin restos orgánicos y luego vienen las calizas con *Num-»mulites perforata* y *N. Lucasana* de un espesor de 30 á 40 metros. Desde este »punto se sube todavía un centenar de metros atravesando calizas bastante mal »visibles, que integran el alto del monte escarpado que cierra el desfiladero del »Figaró. En la parte superior estas calizas contienen *Nummulites* de pequeña »talla *(N. Lucasana)*, *Pecten* y algunos *Schizaster*, y tienen una inclinación re-»gular hácia el N., continuando al descubierto en un espacio de 6 kilometros. »Luego vienen margas azuladas con *Schizaster*, y encima calizas con pequeños »*Nummulites* (*N. Lucasana*,) entremezcladas con pudingas. Sobre éstas vienen »de nuevo calizas con *Orbitoides maxima* Heb. y Mun. Chalm., *Echinolam-»pas*, etc. y llegan hasta enfrente de Balenyá.

»Aquí empiezan las margas azuladas que presentan desde la base, en la carre-»tera de Moyá á Vich, algunas *Serpula spirulæa*, y algunos estratos contienen »numerosos *Políperos* y *Briozoarios*, algunas *Ostrea* y el *Pecten solea* Desh. Si-»guiendo más hácia el N., no se tarda en alcanzar la base del monte de Gurb, en »donde abunda mucho un notable *Polípero*, á saber, *Guettardia Thiolati* d'Arch. »Encima siguen algunas capas areniscosas con *Pecten* y luego continúan las mar-

(1) *Etudes des terrains crétacés et tertiaires du N. l'Espagne.*

»gas azuladas que contienen todavía algunos pocos individuos de *Serpula spiru-*
»*læa*. Este monte además presenta un banco de yeso de 3 á 4 metros, terminando
»su constitución por una capa de arenisca poco coherente.

»También se encuentra un tramo de yeso en la bajada de Collsuspina. Los
»fósiles en este monte son bastante abundantes. En la base he recogido:

Crassatella sp.
Arca Genei Bell.
Pecten subtripartitus d'Arch.
Ostrea gigantea Dub.
Guettardia Thiolati d'Arch.

Poliperos y *Briozoos*.

»En la parte media:

Orbitolites radians d'Arch.
» *stellata* d'Arch.
» *Fortisii* d'Arch.
Operculina granulosa Leym.
Serpula spirulæa Leym.

»En la parte superior:

Serpula spirulæa Leym.

»Un poco más al N., en la bajada de Sant Bartomeu del Grau, se encuentra
»la misma sucesión. En la base abundan la *Guettardia Thiolati* con los *Pecten*,
»*Arca* etc., y numerosos *Polfperos*.

»Un poco más arriba hay:

Orbitolites radians d'Arch.
» *stellata* d'Arch.
» *Fortisii* d'Arch.
Operculina sp.

»Por fin, en la parte superior, cerca de Sant Bartomeu, abunda la *Serpula*
»*spirulæa* mezclada con *Terebratulina tenuiplicata* Leym.

»Siguiendo un poco más arriba se vén las margas azuladas con los mismos
»fósiles hasta más allá de Manlleu; mas á partir de este pueblo las capas pierden
»por completo la regularidad.

En la pág. 181 continúa: «Otras fracturas dignas de notarse son las que se
»presentan al E. de Vich entre Roda y Santa María de Corcós; el tramo de las
»margas azuladas continúa por este lado, pero revistiendo mayor consistencia; se

»presentan al descubierto en el espacio de muchos kilometros con inclinación há»cia el O., lo cual permite facilmente observar las numerosas fracturas en dos »direcciones perpendiculares entre sí que cortan el suelo con la regularidad que se pone de manifiesto en la fig. 44.

»Las principales fracturas preséntanse dirigidas de N. á S. y separadas unos »dos metros comunmente unas de otras. Las secundarias, muy sensiblemente per»pendiculares á las primeras, distan entre sí un espacio no superior á éstas. Los »bordes ó labios de la juntura presentan un pequeño reborde figurado en el gra»bado fig. 45.

»Antes de dejar el valle de Vich, haré notar las particularidades que ofrece »el corte de Vich al Montseny.

»Encima de las pizarras antiguas de éste se apoyan directamente areniscas »bastas micaceas de color rojo pardo con algunos conglomerados, constituídos de »trozos de pizarras y de granito angulosos, en un espesor de unos 150 metros.»

CAPITULO III

Rocas eruptivas

El macizo del Montseny, á cuya vertiente N. está adosada la comarca titulada Plana de Vich, se extiende geológicamente hasta los límites meridionales de la misma; de aquí que las rocas eruptivas que integran esta mole alcancen á su vez la parte extrema ó SE. del plano que vá adjunto, la cual está constituída por el granito y demás rocas eruptivas que se encuentran en ella y señaladamente en en la región titulada «las Guillerias», de la cual abraza una pequeña parte este plano.

El área que abarca esta porción granítica tiene en el mapa una forma triangular, cruzada de SO. á NE. por la riera Majó y profundamente surcada por los afluentes de la misma, gracias á la poca coherencia de una parte del terreno de aluvión eocénico, y de otra, á la alteración del granito que en su constitución intervienen. Además del granito, que es la roca que integra casi toda la masa eruptiva, hay la *pegmatita,* la *micropegmatita,* el *pórfido cuarcífero,* el *ortófido,* la *porfirita,* el *petrosílex,* la *diorita* y la *diabasa,* cuyo estudio microscópico ha tenido la bondad de hacer, á instancia mía, mi estimado amigo el ingeniero don Ramón Adán de Yarza.

Granito.—El granito se presenta, á lo menos en la superficie, por lo común alterado, porque en él predomina el feldespato, que viene á ser de los elementos que le constituyen el mineral aglutinante. No obstante, ofrece á trechos una suerte de diques originados por la mayor resistencia á la alteración del magma, que se traducen en prominencias.

Junto á Fábregas está compuesto de cuarzo, ortosa, oligoclasa, mica negra en gran parte cloritizada y óxido de hierro y en Sant Sadurní de Ossormort le

compone sólo el cuarzo, la ortosa, productos ferruginosos (alteración de la biotita), por lo cual presenta un color rojizo.

En algunos parages se le vé pasar á sienita por la desaparición ó escasez del cuarzo y la substitución de la mica por el anfibol también descompuesto.

Pegmatita.—La pegmatita se encuentra junto á la parroquia del citado pueblo de Ossormort, constituyendo un montículo y está compuesta de cuarzo y ortosa compenetrados ó cristalizados simultáneamente, oligoclasa y poca mica negra. La asociación pegmatítica de cuarzo y ortosa presenta en algunos trozos una estructura palmeada muy notable.

Micropegmatita.—La micropegmatita se presenta en filoncillos dirigidos aproximadamente según la dirección de la riera Majó y en las proximidades de su lecho y señaladamente entre can Torras y Fábregas; y está constituída por cristales de primera consolidación de cuarzo, ortosa y oligoclasa con el magma formado por la asociación pegmatítica de cuarzo y ortosa.

Pórfidos.—Los pórfidos todos son cuarcíferos, excepto uno que es ortófido. Se presentan en filones subparalelos entre sí y siguiendo algunos la dirección de la riera Majó, formando diques prominentes que se destacan de lejos y sobresalen al granito en forma de cerros, que se elevan bastante sobre esta roca alterada. En el área triangular granítica que comprende el plano se distinguen muchos filones. El que integra la peña del manso *Soler de dalt* es bastante potente y lamido por las aguas de la misma riera; presenta cristales de primera consolidación constituídos por cuarzo, ortosa, oligoclasa y mica negra, en parte cloritizada, siendo el magma microcristalino compuesto de cuarzo y ortosa con algunos esferolitos.

La misma constitución aproximadamente ofrece el filón que pasa al N. de éste y cercano al terreno eocénico, con la diferencia de tener más escaso el cuarzo y ser coloreado el magma por productos ferruginosos de alteración. Es el pórfido menos ácido de todos los filones.

El que está entre los dos anteriores, y pasa por el manso citado, se distingue por presentar los cristales de primera consolidación de cuarzo muy redondeados, corroídos por los bordes y penetrados por el magma. Contiene también ortosa y biotita, en gran parte convertida en clorita, y productos ferruginosos.

El que cruza por el N. de la *Verneda del Molí,* pero muy arrimado al terreno eocénico, presenta cristales de cuarzo de primera consolidación y algunos, alterados, de feldespato, esferolitos y magma microcristalino de cuarzo y ortosa con productos ferruginosos de alteración.

Además por las cercanías del puente de Fábregas, por la cantina de Sant Sadurní de Ossormort y por la confluencia de las carreteras de Sant Hilari y Espinelvas, en esta misma localidad de Ossormort y lamidos todos por la carretera, corren tres filones de pórfido cuarcífero (microgranulitos de Michel Lévy) bien caracterizados. Contienen cristales de primera consolidación de cuarzo, ortosa, oligoclasa y biotita más ó menos alterada ó convertida en clorita y productos fe-

rruginosos. Su magma es microcristalino, formado de los mismos elementos, predominando la ortosa.

Análoga composición tiene el que cruza el cerro de encima la cantina de este sitio y el que, salvado el cerro de esta casa, viene á ser cortado por la carretera, el cual constituye una prominencia sobre la que están emplazadas las casas de *la Boxeda* y *el Rifá;* se distingue por contener filoncillos de pegmatita. Por fin, en el trozo de plano recorrido por el camino vecinal de Ossormort á Espinelvas, se encuentran varios filones subparalelos todos entre sí, dirigidos de NO. á SE., que no obstante de presentarse más alterados, ofrecen análoga composición.

Ortófido.—Finalmente, por el lado SE. del manso *Gall*, cruza un filón de ortófido, que es el segundo á partir de dicha casa con dirección paralela á los primeros, constituído por cristales de primera consolidación de ortosa, oligoclasa y clorita, originada por la alteración de la mica negra, y un magma microcristalino de los mismos elementos, y es escaso en cuarzo.

Petrosilex.—Por debajo el puente de Fábregas y por sus cercanías, así como por el trecho de carretera que media entre este puente y la peña de can Solé, cruzan varios filones de petrosilex ó halleflinta, en algunos de los cuales se ven fajas alternantes de diversos colores y en otros un magma de apariencia homogénea. Sólo difieren de los pórfidos cuarcíferos anteriores por tener más escasos los cristales de primera consolidación. En los de las cercanías del puente de Fábregas está constituído el magma por la asociación de cuarzo, ortosa con esferolitos fibroso-radiados á la luz polarizada, viéndose muy escasos y pequeños cristales de primera consolidación de cuarzo, ortosa, biotita cloritizada y productos ferruginosos de alteración. Junto á la casa *Massaguer* de la contigua parroquia citada, aparece un filón de la misma, de composición más básica, sin cristales de primera consolidación y sobrecargado de productos ferruginosos.

Los del trecho de carretera citados, aparecen constituídos por un magma microcristalino de cuarzo, ortosa, oligoclasa y biotita en parte cloritizada, y á trechos aparecen algunos cristales del primer tiempo.

Porfirita.—Junto á la *peña d'en Solé* se encuentra un filón de porfirita alterada, que contiene cristales del primer tiempo de oligoclasa y ortosa muy caolinizados y clorita (alteración probablemente del anfibol). Su magma está compuesto de microlitos de oligoclasa y clorita entre ellos: la estructura es fluidal en los contornos de los grandes cristales y la atraviesan varias vetillas de calcita.

Diorita.—Por las inmediaciones del kilometro trece, cruza á la carretera oblícuamente un filón de esta roca, de color verde obscuro. Está compuesto de oligoclasa, ortosa, cuarzo, clorita (alteración del anfibol), ilmenita, magnetita y hematites roja y parda (alteración ambas de la magnetita).

Diabasa.—La diabasa, que es afanítica, se nota en el lecho de la misma riera, debajo el puente de Fábregas y en un largo trecho de la misma, distinguiéndose por su color obscuro basáltico, que contrasta con el rojizo del granito que le con-

tiene y de los pórfidos que le atraviesan. Se compone de microlitos de oligoclasa que determinan una estructura fluidal bastante marcada, de augito en parte cloritizado, de cuarzo escaso. Se notan en la misma granos opacos que con luz reflejada presentan color blanquecino con algunas manchas ocráceas, y deben provenir de la alteración de los cristalitos de magnetita é ilmenita.

CAPITULO IV

I.—Orden de formación de estas rocas eruptivas
II.—Edad probable de cada una de ellas

I. *Orden de formacion de estas rocas.*—Es cosa sabida que de entre las rocas eruptivas que se cortan ó atraviesan, las que están atravesadas son más antíguas que las que las atraviesan, siendo por tanto en una región dada, más modernas las que no han sido atravesadas por ninguna. Pero sobre estas señales, que podemos llamar plásticas, de órden de la formación de tales rocas, hay las que han hallado en estos últimos tiempos los petrógrafos, mediante el estudio microscópico de las mismas.

En efecto, de tales estudios deducen que las de la serie básica han precedido en cada comarca á las de la serie ácida, abriendo al parecer aquella el camino de su eyaculación á éstas, y que la cristalinidad de ambas va disminuyendo, á medida que es más moderna su formación. Asi que, á tenor de esto, los verdaderos granitos han precedido á los granulitos; á estos sucedieron las rocas de la serie porfídica, empezando por los pórfidos granitoideos y los granófidos, siguiendo luego los felsofidos y terminando por los petrosiliceos en cuyo magma entra ya una gran cantidad de materia amorfa.

Aplicando esto á nuestra región, se observa realmente que el granito precedió al granulito y que á éste sucedieron los pórfidos diversos por órden decreciente de cristalinidad, siendo los últimos los petrosilex ó halleflintas.

Tal órden de aparición viene acusado evidentemente en este rincón de la cuenca de la riera Majó y singularmente en el lecho de la misma, á partir del puente de Fábregas hasta más abajo de la parroquia de S. Sadurní de Ossormort, pues de una parte el contraste de colores de unas con otras, en este trecho, y de otra, su constitución petrográfica, hacen admitir épocas de formación diferentes para cada una de estas rocas, que han debido coincidir con otras tantas de agrietamiento de las precedentes, y de consiguiente, de la corteza terrestre en dicho sitio.

Algunos geólogos, fundados en que el granito está atravesado por toda suerte de rocas eruptivas y él no atraviesa á ninguna, y que los verdaderos granitos constituyen la más antígua roca ácida, han sostenido que la roca fundamental de la corteza terrestre debió ser el granito; pero, está ya abandonada por todos tal opinión, predominando la idea en la actualidad de que no se puede llegar á conocer

cual de las rocas actuales fué la que constituyó el suelo primitivo, sea que fuera de carácter sedimentario, sea que fuera eruptiva, puesto que si alguna de ellas lo fué, ha debido sufrir transformaciones tales, que no dejan adivinar su naturaleza y composición primitivas. Por lo que, sin pretender sostener la idea de que en la comarca en que nos ocupamos fué el granito, entre las rocas eruptivas, la que constituyó su primitivo suelo, no hay duda alguna que de entre ellas, ésta fué la primera de la serie ácida que debió formarse, habiéndola precedido tal vez la diorita y la diabasa de la serie básica, que en ella se presentan aprisionadas.

La aparición de estas rocas diversas ¿ha coincidido con su formación? Las observaciones de la ciencia enseñan que no; pues desde luego hay el granito, que al igual que las demás rocas de la misma naturaleza, no se ha formado al contacto de la atmósfera, sino que, según acusa su misma constitución petrográfica y admiten todos los petrógrafos, se formó debajo la costra dura llenando ú ocupando por lo general los huecos que originan los pliegues anticlinales, por cuya razón se la llama roca hipogénica ó intrusiva.

Esto quiere decir que el tal granito (tipo antíguo) existió en esta comarca y en todas las demás del globo mucho antes indudablemente de su aparicion en la superficie, y que no hubiera en ella aparecido, á no mediar la obra de los agentes erosivos, que obrando de contínuo sobre las capas superficiales de carácter sedimentario debajo las cuales se ocultaba, lo han puesto tarde ó temprano al descubierto.

Otra cosa debemos decir de los pórfidos y de los petrosilex. Estas rocas iniciáronse también, como las graníticas, debajo la corteza dura, en cuyo primer período se formaron los cristales visibles que en las mismas se notan; más de improviso se abrió la corteza y les dió salida al esterior, lo que las permitió derramarse por la superficie de la misma y completar su formación. En este segundo período, á causa del enfriamento súbito de las mismas, se originaron los cristales invisibles ó microlitos, á los cuales se les sorprende todavía á veces en el acto de su eyaculación, determinando la estructura fluidal. Estos constituyen lo que se llama en las rocas magma ó pasta, cuya formación, desde el momento que se efectuó en la superficie terrestre, coincidió, al revés de las graníticas, con su aparición en la superficie de la tierra.

Más no quiere esto decir que unas y otras, desde su aparicion primera en la superficie, hayan estado constantemente al descubierto en ella, porque á su eyaculación sobrevinieron hundimientos de la corteza y pliegues sinclinales, que permitieron á las aguas marinas y continentales tener invadida por larguísimo tiempo la misma zona ó localidad en que ellas habían aflorado, y dejar sobre las mismas los sedimentos consiguientes.

Tal debió acontecer al principio de los tiempos triásicos, á juzgar por los depósitos que de dicho período existen en las comarcas vecinas, los cuales se extendían indudablemente hasta la región alta de la cuenca de la riera Majó, que venimos estudiando.

Empero, desalojadas las aguas de esta región al fin de este período, en las edades inmediatas siguientes ó sea durante los períodos liásico, jurásico y cretácico, pudieron los agentes erosivos de la naturaleza ejercer su acción denudatriz sobre los conglomerados, areniscas, margas ó calizas triásicas, que en esta localidad se habían depositado, hasta el punto de poner al descubierto más ó menos tarde las rocas eruptivas que cubrían, según las vemos en la edad presente.

Más no lo quedaron definitivamente, sino sólo hasta el final de la era secundaria, pues un nuevo hundimiento de la corteza, acaecido al principio de la era terciaria, facilitó por segunda vez la invasión del país por las aguas continentales primero, las marinas después, á las que sobrevino de nuevo la invasión de las continentales, quedando sumergida una gran porción del Principado durante los períodos eocénico y oligocénico.

Desde los primeros tiempos de la invasión empezó ya la deposición de copiosos sedimentos constituídos por elementos gruesos, señaladamente en la región litoral, debidos á las agitaciones y vaivenes de las primeras aguas, y continuó la obra de la sedimentación encima de las rocas eruptivas, durante el larguísimo espacio de tiempo que abarcan aquellos dos períodos. Resultado de ello fué el quedar cubiertas de nuevo, al final del período oligocénico, por centenares de metros de capas constituídas, unas por elementos gruesos poligénicos, otras por areniscas de caracter fluvio-lacustre, otras por conglomerados litorales, margas ó calizas de origen marino, que llenaron no solo fondos y barrancos, sino que alcanzaron á cubrir también muchas de las prominencias, por no decir todas, de la comarca, constituídas por las rocas eruptivas y sedimentarias antíguas.

Desalojadas de nuevo del país las aguas todas, marinas y continentales, á consecuencia del levantamiento de la cordillera pirenaica al principio del período miocénico, quedó otra vez en seco el Principado en su zona interior y empezó la erosión de las sobredichas capas eocénicas y oligocénicas, que ha venido continuándose al través de los períodos miocénico y pliocénico hasta la actualidad. El trabajo efectuado por dicha acción erosiva ha sido tal, que ha vuelto á poner al aire libre todas las rocas eruptivas de la cuenca de la riera Majó, desde las más antíguas á las más modernas, produciendo la profunda excavación que se nota en las tituladas Guillerías.

II. *Edad probable de cada una de ellas.*—Es otra verdad palmaria adquirida por la ciencia que la edad de las rocas eruptivas viene determinada por la de las rocas de caracter sedimentario por ellas atravesadas.

En esta región, como ninguna de ellas atraviesa rocas sedimentarias, no se puede determinar con precisión la edad de su erupción ó aparición en la superficie de la tierra; pero podemos deducir su edad probable, acudiendo á la de las rocas idénticas y afines del mismo macizo del Montseny y comarcas contíguas, puesto que en ellas han metamorfoseado y cortado capas sedimentarias en varios sitios y algunos no muy lejanos de dicho punto.

Aunque hemos admitido que el verdadero granito es roca muy antígua, y

de una edad no muy posterior á la de los primeros esbozos de la corteza primitiva (precambriense), vienen enseñando las observaciones hechas en todo el mundo y es opinión bastante seguida en la actualidad, apoyada en las relaciones que tienen en distintos lugares los granitos eruptivos con las rocas estratificadas, que estos (los eruptivos) son posteriores al período carbonífero. (1)

Esta opinión viene confirmada por las relaciones que presenta esta roca con el carbonífero inferior de la región litoral de la provincia, pues en las cercanías de S. Pere de Riu y de Santa Susanna (Pineda), en donde el carbonífero inferior ó Culm está en contacto directo con dicha roca eruptiva, se ve á las capas de aquel metamorfoseadas por ella, lo cual es una prueba evidente de que las atravesó y vino á la superficie con posterioridad á la deposición de las mismas.

Ahora bien, como este granito de que tratamos pertenece á la misma mancha que el del litoral, puesto que al través de las Guillerías y del Montseny forma una sola masa con el que integra la cordillera granítica de la región marítima citada, debemos sacar la conclusión que aquel es de edad posterior al período carbonífero.

Y, puesto que las demás rocas cortan á él, es evidente que lo mismo las pegmatitas que las granulitas, son todavía de una edad más reciente, tal vez postpermica, y más todavía los pórfidos, ya que cortan las capas triásicas inferiores en la contígua mesetita ó *Pla de la Calma,* y por consiguiente, posteriores á los primeros tiempos del período triásico; y por fin mucho más los petrosilex, que son en todas partes rocas de edad muy posterior á las anteriores.

CAPITULO V

Rocas sedimentarias

EOCÉNICO INFERIOR (Facies lacustre).=(Tanneciense.—Esparnaciense.—Ipresiense)?—SU CONSTITUCION.—POTENCIA.—EXTENSION.—BUZAMIENTO.—EDAD. (nivel del *Bulimus Gerundensis.*)

Su constitución.—Por lo que acabamos de decir sobre las formaciones precedentes de origen interno ó ígneo, descansan las capas de origen externo ó neptúnico de la región estudiada. Los terrenos que se apoyan directamente encima las sobredichas rocas en la cuenca de la riera Majó, son de origen fluvio-lacustre y de régimen litoral, según lo acusa su composición y disposición estratigráfica. En efecto, ésta es irregular en la proximidad de las rocas subyacentes y en su composición entran los elementos todos de las rocas contiguas, sea bajo la forma de débiles hiladas de caliza y de margas, en su nivel más bajo, sea bajo la de arena y areniscas en bancos más ó menos potentes, que alternan de un modo

(1) *Roussel*, Bulletin de la Société géologique de France, 4.ª serie t. IV, pags. 382 (1905)

irregular con depósitos de conglomerados poligénicos en todo el resto de la masa.

De calizas sólo existen algunas insignificantes hiladas junto á la línea divisoria entre el granito y esta formación, asomando alguna al S. de la Verneda de Sant Feliu, por entre la arena y las areniscas, que son de tinte rojizo á causa de estar formadas de las areniscas triásicas que cubrieron el país desde los principios de la era secundaria.

Las margas más ó menos arcillosas son de color rojo de ladrillo y de consistencia muy variable, tan pronto compactas y duras, como terrosas y deleznables en alto grado. Hay sitios fuera de esta región, en que presentan bastante espesor y llaman la atención por el contraste de su color rojo de ladrillo con el grís más ó menos obscuro de las rocas calcáreas margosas del eocénico medio, que sobre ellas directa ó indirectamente descansan en concordancia ó discordancia de estratificación, según los sitios, como acontece en el desfiladero del Congost, junto á Aiguafreda.

Las areniscas están formadas de granos de cuarzo de diversos tamaños unidos por un cimento arcillo-ferruginoso, pasando en algunos puntos á conglomerados por las mayores dimensiones que adquieren sus elementos.

Los conglomerados, pudingas y brechas son los que predominan en esta formación; los elementos son de dimensiones variables desde el tamaño de menos de 1 centímetro al de 50 y más centímetros, constituídos por fragmentos de granito, pórfidos, cuarzos blancos y negros, pizarras más ó menos rodadas, unas talcosas, otras maclíferas y otras micáceas, de arenisca psamítica, de calizas compactas, margosas ó dolomíticas, cimentados todos por arcilla rojiza y marga arenosa en unos puntos y por caliza más ó menos arcillosa en otros, procedentes todos del contiguo macizo del Montseny. A la contigüidad de su procedencia se debe que con los de forma redondeada que la mayor parte ofrecen, anden mezclados algunos elementos de forma angulosa, de donde resulta que en muchos puntos revistan más bien el aspecto de una brecha que el de conglomerado.

Potencia.—En esta región de las Guillerías alcanzan estos depósitos más de 280 metros de espesor, formando toda la vertiente N. de la cuenca de la riera Majó, desde Fábregas por arriba, y más de los $^2/_3$ de la misma desde Fábregas á Vilanova de Sau.

De aquí que destacan en las Guillerías por el tono rojizo de toda la formación y por su contraste con los colores más claros en general de la vertiente opuesta de dicha cuenca, que como ya hemos indicado arriba, es de naturaleza granítica y porfídica.

Extensión.—Su extensión visible en longitud es grande, pues cruza toda la provincia en su parte más ancha, ó sea desde SO. á NE., pasando por entre Sant Magí de Brufaganya y Bellprat, N. de La Llacuna, El Bruch, base meridional, de Montserrat, Olesa, S. Llorens del Munt, Riells, Aiguafreda, Puiglagulla, collado y cuesta de Romagats, Vilanova de Sau y acantilado del Ter en Sau, apoyándose en unos puntos directamente sobre el granito, en otros sobre las piza-

rras paleozoicas, en otros sobre calizas de la misma era y en otros sobre el Trías.

Respecto á su anchura es imposible medirla, porque á partir de su borde meridional, viene á ocultarle inmediatamente la formación marina; pero es de presumir que se extiende por debajo las formaciones marinas de la Plana de Vich hasta salvar el Llussanés, ganando las estribaciones del Pirineo y tal vez parte de la misma cordillera, lo cual indica que este lago, coetáneo de otros de Europa, debió ser muy extenso así en longitud como en anchura, y no menos profundo.

Por los boquetes de la sierra de las Guillerías se le vé penetrar en la Plana, formando un largo trecho del cauce de los torrentes que de dicha sierra se dirigen unos al Gurri, afluente del Ter, y otros directamente á este río. Así es que las escarpas de estos torrentes, al igual que la de la sierra de las Guillerías, se presentan constituídas por dos bandas, una inferior, que contrasta por su tono rojizo, con otra superior, que se ofrece á modo de cornisa de color claro ó grís azulado. La primera está constituída por esta formación lacustre, la segunda por la marina del numulítico inferior y medio, de que hablaremos más abajo. En los contornos de Puiglagulla se le vé penetrar hasta Roca Farigola (Vilalleons); por el collado de Romagats penetra hasta cerca de Cánovas (Vilatorta); por el collado de Palmeras hasta el recodo de la fuente de la Teula, bajo la forma de arenisca menos rojiza con impresiones de vegetales; por el del Portell penetra hasta el lado E. de la colina de Puigsech, prolongándose en dirección á Tavérnolas, para unirse cerca de esta parroquia con el que penetra por Sant Llorens y Coll sa Meda. En la gran escarpa del Ter, estas dos bandas revisten más importancia por razón de la profundidad del acantilado, pues alcanza una altura de más de 300 metros; y se vé remontar á la formación que nos ocupa por el cauce de este río hasta cerca de *Codol dret* (Roda) salvando, por debajo el *Bach de Sau*, el torno ó arco fluvial de Sant Pere de Casserras.

Buzamento.—Los bancos ó tongadas de que está constituída toda la formación están inclinados por lo general suavemente de 6° á 7° hacia el NO., excepto en Puiglagulla, en donde están muy levantados, por no decir enderezados casi hasta ganar la vertical, según es de ver junto al santuario de este nombre.

Edad.—Esta formación se había atribuído desde un principio á la edad última del periodo cretáceo ó sea á la del Daniense (Garumnense) á causa de la analogía de facies que con éste presenta, pues como él es de color rojizo, de constitución margosa, con hiladas de caliza intercaladas, cuando los depósitos no son de régimen litoral. Pero recientemente se ha reconocido que pertenece á la base del terciario, correspondiendo tal vez á los pisos tanneciense, esparnaciense é ipresiense, dadas su potencia y su posición estratigráfica.

El fosil que contiene, en los puntos donde las aguas guardaban tranquilidad, como sucedió en Ayguafreda, Riells, Montmajó, etc. ó sea al SO. de esta comarca, en que las margas son de color de ladrillo y alternan ó mejor tienen in-

tercalados bancos de caliza, es una gran especie de molusco del género *Bulimus* (*Amphidromus*), el *B. Gerundensis* Vidal, muy abundante en las citadas localidades.

Mas en la porción de este terreno que abarca nuestro Mapa, como las aguas no tuvieron la tranquilidad necesaria para la vida de este molusco, según lo acusa su constitución pudínguica y brechoidea, no pudo vivir este animal, ni planta alguna, á excepción de los últimos tiempos de este primer periodo, en que según lo acusan las impresiones de plantas, que hay en las capas que están en contacto directo con los primeros depósitos marinos en el citado recodo de la fuente de la Teula, pudieron vivir en la comarca algunos vegetales de régimen acuático, *Carex?*

CAPITULO VI

EOCENICO MEDIO=(LUTECIENSE, nivel inferior).—SU CONSTITUCION Y BUZAMIENTO.—SU POTENCIA.—SU EXTENSION.—SUS FÒSILES.—SU EDAD.

Sobre la formación precedente descansa en concordancia de estratificación, en general, la formación de orígen marino que constituye el terreno numulítico propiamente dicho.

Ya hemos indicado que esta formación se presentaba á modo de cornisa, así en la vertiente S. de la sierra de las Guillerías y en los acantilados del río Ter, como en los de los torrentes que partiendo de esta sierra se dirigen al Gurri ó al mismo Ter. Por su cara externa ó superficial, mirado á distancia, aparece en esta región formando un gran plano, suavemente inclinado hácia el centro de la Plana, en el cual, al lado de diversos torrentes que la surcan, se registran algunas eminencias de altura diversa, que rompen la monotomía del conjunto de la comarca.

Fijándonos en el tramo inferior, encontramos que está en contacto directo con el lacustre, sobre el cual se apoya en concordancia de estratificación y al que se vé acompañar constantemente en todos los puntos en que ambos se presentan al descubierto, sea en el acantilado de la sierra de las Guillerías y del Ter, sea en los barrancos que surcan la parte oriental de la Plana. Esta íntima relación con el lacustre indica la fijeza de su nivel estratigráfico en esta comarca, que, como veremos, viene comprobada por la presencia de las mismas especies fósiles en todos los yacimientos de tal tramo hallados.

SU CONSTITUCIÓN.—Empieza en general por una zona de cantos rodados ó de conglomerados de poco espesor, según se puede ver en Puiglagulla y Romagats y en casi toda la sierra de las Guillerías, en la cual andan mezcladas guijas y arenas gruesas ó chinitas de cuarzo de pequeñas dimensiones. Reviste esta zona por su color amarillento la facies de formación litoral marina ó cuando menos salobre. Los cantos que dominan son de caliza compacta de dimensiones menores y

más redondeados que los de la formación subyacente, bien cimentados en unos puntos y débilmente en otros, en los cuales se les encuentra sueltos por la vertiente, como sucede en la parte alta de la sierra de las Guillerías.

Podemos hacer observar de paso que la marcada diferencia de constitución, color y composición entre esta zona y la subyacente, acusa en los principios de esta época una mudanza súbita de condiciones meteorológicas en el país, puesto que de él fueron desalojadas las aguas dulces por las marinas, á causa de haber sobrevenido un hundimiento de la comarca. Este facilitó la trangresión de las aguas marinas que atravesaron localidades de rocas calcáreas, de las cuales arrollarían los cantos que á su paso encontraban para depositarlos, después de haberlos trasegado de una parte á otra, en la ribera que el mar de esta nueva época tenía en tal región, el cual indudablemente alcanzaba á bañar la costa granítica contigua. Esta tongada, como es natural, vá perdiendo hácia su parte superior los cantos rodados mayores, quedando sólo las guijas y las arenas gruesas, señaladamente las de cuarzo. Encima viene otra tongada de caliza más ó menos compacta, á trechos areniscoide, constituída por hiladas de aquella roca, entre las que van intercaladas otras de margas descompuestas. Esta tongada reviste entre la *Pasarella* y *Codol dret* (Roda) mayor regularidad é importancia que en ningún otro punto del terreno en el Mapa comprendido.

Su potencia.—La potencia de este tramo es escasa en esta comarca, aún incluyendo la de la tongada de cantos rodados subyacente, pues no pasará de 5 metros, siendo varios los puntos en que tiene menos de 4 y de 3 metros. Pero en el trecho que vá desde la Passarella al Codol dret (Roda) la tiene mayor, pues pasa de 8 metros sólo el espesor de las hiladas calizas con *Alveolinas* (*A. Bosci*).

Su extensión.—La formación calcárea con *A. Bosci* ocupa visiblemente casi todo el borde S. y todo el E., una mitad del borde N. del Mapa y penetra más ó menos en el interior de la Plana, al igual que el lacustre sobre el que se apoya, como se ve en los acantilados de los torrentes que surcan la porción oriental de aquella. Y es de notar que en el sentido normal de la Plana, ó sea de SO. á NE., cruza la provincia contigua de Gerona, pasando por los contornos de Figueras, otro depósito calcáreo con *Alveolina*, tal vez continuación de éste, en el que M. Paquier ha reconocido las *A. oblonga* Lk. y *A. subpyrenaica* Leym., bastante frecuentes, el cual pertenece quizás á un nivel algo más bajo (1).

Por el lado opuesto, ó SO., se echa á menos desde esta comarca hasta más allá de Montserrat, pero aparece de nuevo en las cercanías de Espoya, constituyendo un potente depósito de calizas compactas que integran los montes de Orpí y del N. de la Llacuna, así como las áridas *Planas* de *Ancosa* y de *Matania*

(1) *Paquier*; Compte rendu sommaire de la Société géol. de France. Séance du 19 juin 1905, pag. 120.

(Pontons) limítrofes de la inmediata provincia de Tarragona. La especie que se ha reconocido en estos sitios es la *A. ovoidea* (1).

De lo cual se deduce claramente que estas calizas de *Alveolinas*, acompañadas de otras con diversos Foraminíferos, constituyen una banda litoral, á trechos interrumpida, que forma el borde meridional del antiguo mar eocénico en estas provincias.

Sus fósiles.—En la primera capa pudínguica, apenas se nota resto alguno orgánico; en la que sigue, que es areniscosa con algunas chinitas de cuarzo blanco, empiezan á aparecer fósiles, cuyo número y variedad va aumentando á medida que se asciende de nivel estratigráfico.

Pero lo que caracteriza este tramo es la presencia de Foraminíferos miliolítidos, entre los cuales se nota á simple vista la citada especie de Alveolina, *A. Bosci,* de forma alargada y de medianas dimensiones, abundante al lado O. de Vilalleons (Roca Farigola) y sobre todo en el extremo opuesto del mapa en la ribera del Ter, entre C. Trabosch y la Passarella (Roda), sin dejar de encontrarse en el trayecto que vá de un punto á otro, aunque no en tanta abundancia. En la última localidad, que viene á ser la falda E. del *turó* de Santa Magdalena, reviste bastante espesor y está constituída por una serie de hiladas de caliza compacta, ó areniscoidea, muy regulares, con ligero buzamiento hácia el N., de suerte que las aguas del Ter las alcanzan en su extremo septentrional y quedan luego ocultadas por las capas superiores. En estas calizas, lo mismo que en las limítrofes de la provincia de Tarragona referidas, las secciones de dichas especies, asi en el sentido longitudinal como en el transversal, llaman la atención por ofrecer un matiz más claro que el de la roca en que están empotradas.

Su edad.—Atendiendo á su posición estratigráfica con relación al luteciense y á la formación fluvio-lacustre inferior sobre que descansa en este y en los demás puntos, á su potencia é independencia en la provincia de Gerona y en los confines de la nuestra con la de Tarragona por el lado de Pontons, y al predominio completo de la *Alveolina* en dichos puntos, desde el momento que la consideramos, según indicamos arriba, como la continuación de los depósitos de las citadas regiones, deberíamos atribuirla á la misma edad á que atribuímos las que confinan con la provincia de Tarragona ó sea al ipresiense (2), al que también parece pertenecer la de los contornos de Figueras, arriba citada.

Pero por la manera como se presenta aquí esta formación ó tramo, dada la escasa importancia de la misma y la mezcla en ella de especies del tramo inmediato superior ó luteciense que tiene encima, y señaladamente á la presencia de la *Alveolina Bosci,* nos sentimos inclinados á atribuirla á la base del mismo.

---

(1) *Mallada*; Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona, pág. 115.
(2) *Almera*; Mapa topográfico-geológico detallado de la provincia de Barcelona, hoja 3.ª

CAPITULO VII

Eocénico medio=e^3 Luteciense (nivel superior)

Su constitucion y buzamiento.—Su potencia.—Su divisiòn.—Sus fòsiles —Su edad.—Su extension.

En esta comarca, sin haber ocurrido fenómeno alguno seísmico manifiesto, ni cambio notable meteorológico, se nota que desaparecen las Alveolinas sin dejar de proseguir el mismo régimen marino y de continuar en consecuencia la formación de sedimentos en el seno de las aguas marinas, que la tienen invadida, con la misma regularidad que se nota en las capas con Alveolinas.

Asi es que encima de los estratos caracterizados por estas viene á descansar en estratificación concordante una serie de capas areniscosas, calcáreas, margosas ó arcillosas de color gris azulado estas últimas y de colores más claros las primeras. Las arcillosas y margosas se presentan en hiladas foliaceas, mientras que las calcáreas y areniscas revelan el carácter de bancos más ó menos potentes: en las primeras no se nota elemento alguno siliceo grueso ó visible, lo cual es indicio de suma tranquilidad de las aguas en la época en que se depositaron, más que más tratándose de sitios próximos al litoral; mientras que las últimas contienen elementos gruesos ó chinitas de cuarzo constituyendo verdaderos maciños y algunos cantos rodados de caliza y de cuarzo, formando en algún sitio conglomerados, lo cual acusa evidentemente agitación y movimiento del mar en la época de su deposición.

Su potencia.—A trechos la serie de hiladas delgadas de margas se reduce mucho y hasta llega á desaparecer; pero la de calizas persiste desde un extremo á otro del mapa, integrando la porción oriental del mismo, ya constituyendo manchones aislados por la acción erosiva, que descansan encima la formación lacustre, en las prominencias; ya revistiendo gran extensión en los puntos donde la erosión no ha sido tan enérgica, según se advierte recorriendo la sierra de las Guillerías desde Puiglagulla á la región de Sau. Además bajando por los torrentes que de la susodicha sierra de las Guillerías se dirigen á la Plana, se la ve avanzar hacia el interior de la misma, en unos puntos más que otros.

Buzamiento.—Por el mero hecho de descansar en concordancia de estratificación sobre las capas de Alveolinas, vá indicado ya que presentan las mismas inclinaciones que estas en general, excepto, como dijimos, en el cerro de Puiglagulla, en donde están muy erguidas, buzando fuertemente hacia el N.N.E. con un ángulo de más de 45°, en toda la vertiente N.O., sobre la cual se apoyan.

Su potencía.—Su potencia es mucho mayor que la de las capas con Alveolinas subyacentes. Como la erosión ha obrado en unos puntos de la misma con más intensidad que en otros, de ahi que sea muy variable, oscilando desde 4 á 5

metros, como sucede en Puiglagulla, á 100 y más metros como acontece en el monte de Sabassona y otros puntos.

Se puede dividir en tres tramos, inferior, medio y superior. El inferior lo contituye el conjunto de capas más inmediatas á las Alveolinas y está caracterizado por una fauna malacologica muy rica y variada.

El medio está caracterizado por la presencia sobre todo de *Nummulites.*

El superior se distingue por no presentar más formas orgánicas que un banco con colonias de Briozoos y una suerte de Algas muy abundantes en determinados sitios.

El primer tramo está formado por una serie de capas variadas, en la cual dominan en la base las arenas margosas y encima las capas foliaceas de margas de colores claros y azulados, y más arriba ya en la parte superior las calizas más ó menos puras ó areniscosas. En las capas inferiores se encuentra ya la *Velates Schmideliana* de pequeñas dimensiones, la *Ostrea plicata,* algún *Schizaster;* pero todos muy escasos. Tampoco son abundantes los fósiles en las capas margosas y areniscosas: en cambio lo son muchísimo en los estratos calcáreos areniscosos que vienen encima.

Los yacimientos de fósiles más ricos de esta zona se encuentran al O. de Vilalleons, cerca la Farigola, y al E. sobre la Sala, en el alto y vertiente N.E. de Puiglagulla, en las alturas de los lados S. y N. del collado de Romagats, en Puig-Deu, en Sant Llorens, sobre Collsameda y desde los Munts hasta el Ter, en la citada sierra de las Guillerías; y ya dentro ó internándose en la Plana, se encuentran cerca de la casa la Riera, en la porción meridional de la sierra de Puiglagulla, colina del S. de Cánovas, en Puigsech y manso den Coll (Vilatorta); fondo del pueblo de Tavérnolas, cuesta de las Punxas (id.), base del Castell de Sabassona (id.), collado de Puig Masqué y la Passarella, sobre la ribera del Ter, (Roda) etc. Más entre estos yacimientos son de notar, por la profusión y tamaño de alguna de las especies (*Rostellaria maxima, Velates Schmideliana, Cerithium Parisiense*) la colinilla que hay al S. del manso Cánovas, sobre la carretera de Vilatorta á Sant Hilari, y por la variedad de formas y su buen estado de conservación las cercanías de la casa susodicha, titulada la Passarella.

Ahi vá la lista de especies recogidas en esta zona fosilífera, en la cual van también continuadas formas indeterminables por su mal estado de conservación, pues en general no se presentan más que en moldes. El crecido número de ellas sirve cuando menos para dar una idea de la riqueza de esta fauna, de la fisonomía de la misma y de su relación de similitud con las faunas de este período de aquende y allende los Pirineos.

	Puigsech.	Puiglagulla á San Llorens.	La Passarella á Sau.	Serra de Cánoves á Puiglagulla	Tavérnolas.	Vilalleóns.	Serra del Mas del Coll.	Santa Eugenia SE. de Colldetenas
A más de los								
Fucoides (Sargassum?)								+
y *Lithothamnium* sp.		+						
se han reconocido								
Celenterados								
Trochocyatus sp.	+					+		
Turbinolia sp.		+		+				
Equínidos								
Cidaris Scampicii Taramelli.			+					
Echinopedina granulosa de Loriol.			+					
Cœlopleurus coronalis Klein	+	+				+		
» *Isabellæ* Cotteau				+		+		
Coptosoma Haimei Desor, v. *Montserratensis* Lambert.				+				
Præscutella Barraqueri Lambert, n. sp.				+				
Echinanthus minor Cotteau.	+		+					
» *Wrighti* Cotteau				+		+		
» sp. cf. *Archiaci* Cotteau				+			+	
Schizaster sp.	+	+						
Brissoides Cosmanni Loriol	+							
» *acuminatus* Cotteau.			+					
Gualtieria sp.	+			+				
Sismondia sp.			+					
Spatangus sp.							+	
Echinocardium n. sp.	+							
Crustáceos								
Balanus cf. *sublœvis* Sowerby	+	+						
Cancer sp.	+			+				
¿Portunus sp.				+				
Braquiópodos								
Terebratulina tenuimbricata Leymerie.			+					

LAMELIBRANQUIOS	Puigsech.	Puiglagulla á San Llorens.	La Passarella á Roda.	Serra de Cánoves á Puiglagulla	Tavérnolas.	Vilalleóns.	Serra del Mas del Coll.
Ostrea multicostata Desh.	+		+				
» » Desh. var.						+	
» *plicata* Solan.		+					
» » Solan. var. A. Desh.	+	+					
» *cubitus* Desh.		+	+				
» *simplex* Desh.				+			
» *extensa* Desh.	+						
» cf. *Roualti* Mallada	+						
» *cariosa?* Desh var.		+			+		
» *eversa* d'Orb ?					+		
» *cymbula* Lamk	+		+				
Gryphæa Defrancii Desh.			+				
Anomia sp.			+				
Plicatula sp. cf. *condylus* Desh.	+	+					
Spondylus Palensis A. Roualt.		+					
» *limoides* Bell	+			+			
» *duplicatus* Gold.						+	
» *multistriatus* Desh.	+			+			
» *horridus* Bell.				+			
» sp.	+	+					
Lima spatulata Lam. var.	+	+					
» *prætiosa* Desh.	+	+					
» sp.	+	+					
Pecten Bouei d' Arch						+	
» *Gravesi* A. Roualt.					+		
» *Morgani* Cossman y Pizarro		+					
» *Pradellensis* Doucieux.	+						
» *multiliratus* Desh.		+					
» *subopercularis* Desh ?		+					
» *mitis* Des. var.						+	
Vulsella deperdita Lamk	+						
» sp.	+						
Mytilus Dutemplei Desh	+						
sp.		+					
Nucula margaritacea Lamk. ?				+			
Arca rudis Desh.		+					
» *subbarbatula* Defr.				+			
Modiola cf. *Pihetei* Des.		+					

	Puigsech.	Puiglagulla á San Llorens.	La Passarella á Roda.	Serra de Cánoves á Puiglagulla	Tavérnolas.	Vilallcóns.	Serra del Mas del Coll.
Modiola cordata Lamk.				+			
» *lithophagina* Desh		+					
Cardita aspera Lamk ?		+					
» *asperula* Desh. var. A. Al. Roualt.			+				
» *aculeata* Desh ?					+		
» *mutabilis* d' Arch. var.			+				
» *oblicua* d' Arch.			+				
» cf. *Damariacensis* Desh.				+			
» *Dufrenoyi* d'Arch?		+					
» sp..	+			+			
Crassatella cf. *curata* Desh.		+					
» *sulcata* Lamk. in Desh						+	
?*Erycina* sp.		+					
Cardium asperulum Lamk.	+					+	
» *discors* Lamk.				+			
» *semigranosum* Sow.		+					
» cf. *semigranosum*.		+					
» *granulosum* Lamk.				+			
» *oblicuum* Lamk. var.				+			
» *Horneri* d' Arch.				+			
» *Bonellii* Bell				+			
» cf. *lyratum* Sow.				+			
» sp.				+			
» sp.			+				
» sp.			+				
Chama lamellosa Lamk.	+	+					
» *calcarata* Lamk.		+					
» *rusticula* Desh., var. A. Roualt.			+				
Cyprina cf. *semilunaris* d'Arch.			+				
» sp.			+				
» sp.	+		+				
Cypricardia Vicaryi d' Arch ?	+		+				
» *faba* var.			+				
» *Fabrei* d' Arch. var		+					
» sp.		+			+	+	
Venus subcyrenoides d' Arch	+						
» sp.		+	+				
Cytherea multisulcata Desh ?			+				
» *trigonula* Desh. var.		+					

	Puigsech.	Puiglagulla á San Llorens.	La Passarella á Roda.	Serra de Cánoves á Puiglagulla	Tavérnolas.	Vilalleóns.	Serra del Mas del Coll.
Cytherea cf. *Saincenyensis* Desh.		+					
» cf. *Calvimontana* Desh.		+					
?*Diplodonta* cf. *duplicata* Desh.				+			
» *bicompressa* Desh. ?			+				
?*Donax* sp.		+					
Solen vagina Lamk. in Desh.	+		+			+	
» sp.				+			
Mactra dubia d' Arch.				+			
sp.		+					
Lutraria sp. gr. *sanna* Basterot.		+				+	
Cardilia Michelini Desh.	+	+	+				
Corbula Vidali Cossman.	+						
» *superexarata* d' Arch.		+	+				
» *trigonalis* Sow.			+	+			
» *minor* Bell. . . . (Sta. Eugenia)							
Teredina personata Lamk		+					
Panopœa intermedia Sow.				+			
?*Kellia* sp.	+						
Lucina grata Desh ?		+					
» *lœvigata* Desh.	+						
» *incerta* d' Arch ?	+						
Tellina sinuata Lamk.	+			+			
» *elegans* Desh.		+					
» *lunula* Desh.				+			
» sp.			+	+			
Anatina sp.				+			
Thracia cf. *rugosa* Bell.	+						
Pholadomya ludensis Desh.							+
» *Becki* Goldf.							+
?*Cyrena* sp.				+			
Gasterópodos							
Actæon gr. *inflatum* Lamk				+			
Conus deperditus Lamk				+			+
» *crenulatus* Desh				+			
» *Bareti* Wass.?		+		+			
» (*Henicoms*) *peraratus* Cossm.		+					
» sp.		+					
» sp.		+	+	+		+	

	Puigsech.	Puiglagulla à Sen Llorens.	La Passarella, à Roda	Serra de Canoves à Puiglagulla	Tavèrnolas.	Vilallcóns.	Serra del Mas del Coll.
Conus sp.		+					
Cancellaria sp.				+			
Ancillaria canalifera Lamk.		+					
Olivella cf. *olivula* Lamk. var. A. Desh.			+				
» sp.			+				
Marginella sp.				+			
? » sp.				+			
Cryptochorda stromboides Herman in Cossm.				+			
Voluta labrella Lamk. var. B. Desh				+			
» *strombiformis* Desh.				+			
» *muricina* Desh.				+			
» *atleta* Sow.	+						
» *lineolata* Desh		+					
» *depressa* Lamk.	+			+			
» *mutata* Desh.				+			
» » var. *minor* Desh.		+		+			
» cf. *mutata* Desh.				+			
» *harpula* Lamk				+			
» *proboscidifera* Cossm ?				+			
» *ventricosa* Desh.	+						
» cf. *Barrandii* Desh	+						
Volutilithes Bureaui Cossman				+			
» sp.				+			
Mitra cincta A. Roualt. var.	+					+	+
Fusus gr. *regularis* Desh.				+			
» *planicostatus* Menke				+			
» *scalaris* Lamk?				+			
» sp.				+			
» sp.		+		+			
Buccinum stromboides Lamk. in Desh.				+			
Murex distortus Desh.				+			
Triton cf. *nodularium* Lamk.				+			
Cassis sp.				+			
» *(Cassisoma) harpeforme* Lamk.				+			
Cassidaria coronata Desh.		+					
» *Orbygnyi* Bell. var.						+	
» *funiculosa* Desh.?				+			
» sp.				+			
Pyrula condita Al. Brong			+	+			

	Puigsech.	Puiglagulla á San Llorens.	La Passarella á Roda.	Serra de Cánoves á Puiglagulla	Tavérnolas.	Vilalleóns,	Serra del Mas del Coll.
Pyrula lævigata Lamk. var.				+			
» *subcarinata* Lamk?				+			
Pyrula nexilis Lamk.				+			
» *spinella* Menghi.	+						
» *tricostata* Desh.				+			
» *elegans* Lamk.				+			
Ovula depressa Sow?	+						
?*Ovula* sp.	+						
Cypræa sulcosa Lamk		+			+		
» *funiculigera* Cossm.	+	+	+	+			
» *Levesquei* Bell. var.				+			
» *media* Desh.				+			
» *elegans* Lamk.	+	+		+			
» grup. *elegans* Lamk.				+			
» cf. *inflata* Lamk.				+			
Strombus callosus Desh ?	+					+	
» *deperditus* Sow. ?		+					
» *Daubrei* Leym.			+				
Rostellaria maxima. Al. Roualt				+			
» cf. *Noorpoorensis* d' Arch.			+				
» *Cailliaudi* Desh.				+			
» sp.	+	+		+			
» sp.		+					
» sp.		+					
Terebellum subbelenitoideum d' Arch.				+			
» *Carcasense* Leym.				+			
» *sopitum* Cossm		+		+			
» *obtusum* Sow.		+					
» *obvolutum* Brong.		+					
» (*Terebellopsis*) *Brauni* Leym.				+			
Cerithium Geslini Desh. var.				+			
» cf. *Delbosi* d' Arch.		+					
» *Parisiense* Desh.				+			
» *Daubuissoni* Leym.		+					
» cf. *Nouleti* Leym				+			
» *biseriale* Desh ?.				+			
» *pseudocorrugatum* d' Orb. var. C. in Haime et d' Arch.				+			
» *plicatum* Lamk.				+			

	Puigseeh.	Puiglagulla á San Llorens.	La Passarella á Roda.	Serra de Cánoves á Puiglagulla	Tavérnolas.	Vilalleóns.	Serra del Mas del Coll.
Certthium gr. *plicatum* Lamk.				+			
» cf. *filiferum* Desh.				+			
» *Wenei* Leym.	+						
» sp.	+	+	+	+			
» sp.	+		+				
Potamides cf. *conoïdeus* Lamk.		+					
Serpulorbis semipedalis Desh.				+			
Vermetus cristatus Desh.		+					
Xenophora Lyelliana Brongn.		+					
Turritella uniangularis Lamk. var. A. Roualt	+			+			
» *Vasseuri* Cossm.	+			+			
» cf. *abbreviata* Desh.	+						
» *carinifera* Desh. var					+		
» sp.	+						
Mesalia Bourdoti. Cossm..				+			
Pileopsis dilatata Lamk.		+					
» cf. *operculâris* Desh.						+	
Calyptræa striatella Nyst.				+			
» *lævigata* Desh.				+			
Natica sigaretina Desh.	+		+	+			
» cf. » »				+			+
» *cepacea* Lamk..			+			+	
» cf. » » ?		+					
» *patula* Desh.	+			+			
» sp.		+					
» *acuta* Desh..				+			
» *albasiensis* Leym.				+			
» *scalata* Leym.		+					
» *hybrida* Desh.		+					
» *Flemingi* d'Arch.			+				
» *brevispira* Leym.				+			
» *longispira* Leym	+						
» *longispira* Leym. var	+						
Sigaretus politus Desh.			+				
Nerita.	+	+	+	+			
» (*Velates*) *Schmideliana* Chem.	+	+		+			
» *semilugubris* Desh.	+	+	+	+			
» *equinus* Bezanson ?	+	+	+	+			
Neritina lineolata Desh.				+			

	Puigsech.	Puiglagulla á San Llorens.	La Passarella á Roda.	Serras de Cánoves á Puiglagulla	Tavérnolas.	Vilalleóns.	Serra del Mas den Coll.
Phasianella cf. *Oweni* d'Arch. cc.			+	+			
» sp.	+						
¿*Turbo* (joven)				+			
» sp.				+			
Trochus Gouetensis Cossm.				+			
» *angustus* Desh.				+			
» *ornatus* Lamk.				+			
» sp.				+			
» sp. (cf. *zizyphinus*)				+			
Delphinula Warnii Defr. ?				+			
» sp.				+			
Cefalópodos							
Nautilus Rollandi Leym		+		+			
Peces							
Carcharodon sp.	+						
Mamíferos							
Halitherium sp.				+			

El segundo tramo ó medio, que constituye la zona numulítica propiamente dicha, está constituída por capas en que abunda la caliza en mayor proporción, por lo general, que en las anteriores y no presentan elementos gruesos, ni redondeados, ni angulosos, lo cual arguye la existencia de un mar más profundo.

Así que encima de la tongada fosilífera precedente descansa en concordancia de estratificación otra de caliza más ó menos compacta de color gris azulado, cuajada de *Numulites* y otros Foraminíferos formando bancos de bastante potencia, como sucede en los acantilados del Ter, en la región de Sau, donde tienen más de 8 metros de espesor, según se vé subiendo del fondo del Ter á C. Terradas. Continúa este banco hácia Roda, salvando la fuerte revuelta fluvial de Sant Pere de Casserras, con buzamiento suave hácia el N., y vá disminuyendo al parecer de potencia, á medida que nos acercamos á aquel pueblo, pues la tiene ya menor en la vertiente E. de la colina de Sta. Magdalena (de donde se extrajo la piedra para la construcción de las columnas de la fachada de la catedral de Vich y el monumento dedicado al filósofo Balmes). Menor la tiene todavía en Sant Pons de Puigsech, en las cercanías de Cánovas y en la contigua sierra de Vilatorta á Puiglagulla, en cuyos puntos las hiladas de caliza compacta, algo trastornadas,

son delgadas y andan intercaladas con otras margosas alteradas, lo cual hace que en estas localidades se encuentren los *Nummulites* sueltos por la superficie del terreno.

Las especies más comunes son:

Nummulites crassus Boubée (*perforatus* auct.) con numerosas variedades.
N. Lucasi d'Arch.
N. scaber Lamk.
N. scaber Lamk. v. A. Douvillé.

El tramo superior está constituído por las capas que vienen encima formando una série de hiladas areniscosas (maciño) ó calizo-areniscosas; de tinte azulado más ó menos claro, entre las cuales á cierta altura aparece intercalado en concordancia de estratificación un banco de 1'50 metros de espesor, areniscoso-margoso con profusión de Briozoos y algunos Bivalvos.

En Vilatorta pasa este banco por la base N. del cerro del Castell, cortando el camino de la fuente de Sant Juliá á la Quintana y yendo á pasar por debajo de la casa de este nombre y por encima la fuente de Sant Elías, en cuyo trecho queda ocultado por la vegetación.

Entre los ejemplares de Briozoos que he podido recoger, ha reconocido el Prof. A. Neviani, distinguido especialista en este grupo de animales, á quien confié su estudio, las siguientes especies:

Schizoporella magnoincisa Gregorio.
Hippoporina cfr. *clavula* Manz. sp.
Lepralia Almerai n. sp.
Smittia regularis Reuss sp.
Smittia (*Mucronella*) *de Angelisii* n. sp
Porella eocœna n. sp. (1).

Pecten sp. indet.

y algún otro Bivalvo también indeterminable. A esta zona sucede una potente série de bancos de maciño sin fósiles, con granos cuarzosos, más ó menos gruesos, de arenisca ó de caliza areniscosa, de tinte azulado en el interior ó sea donde no alcanza la alteración de la roca, en cuyo caso toma un color térreo más ó menos ferrugíneo, según el grado de alteración de la misma.

Estos maciños y areniscas están muy extendidos, de tal suerte que integran las prominencias bajas y altas que se registran en la Plana, y ocupan ellos solos una gran extensión de este valle.

(1) *A. Neviani:* Bollettino della Società geologica Italiana, Vol. XXIV. (1905). Fas. I.

Así es que tomando como punto de partida el pueblo de Vilatorta, se les encuentra en todas direcciones. En dirección al S. formando de una parte el nivel superior de Puigoriol y su prolongación hácia Cánovas, y de otra, más de los dos tercios de la loma del Castell, prolongándose hasta cerca de Vilalleons; y de ahí extendiéndose hácia el O., forma la pequeña meseta de can Pich, La Serra, Puig Morench, Puig sa Costa de Santa Eugenia al extremo S. del mapa, lo mismo que la prominencia de Sant March hácia el centro de la Plana con sus derivaciones del Mas dels Frares, Puigoriol de Sta. Eugenia, etc.

Hácia el O. constituye las pequeñas prominencias de la Quintana, de Santa Margarida, Altarriba, San Marti de Riudeperas, las Heras, Roca Pelada, Calldetenas y de la ciudad de Vich y la base de los derivados de ésta que forman el borde O. del mapa.

En dirección al N. constituye los cerros de Las Pollas, de Passavant, de la Mare de Deu del Munt, de Sant Jordi, Puigsasllosas, el Pandís, Las Baumas, Creu de Roda, la Atalaya de este nombre y la misma roca, sobre que está emplazado el pueblo de Roda, así como casi la mitad superior del cerro de Santa Magdalena y de las cuestas de Codol Dret.

En dirección al NE. y E., integra el extremo N. de la colina de Sant Pons, y las alturas de C. Barretina y más allá el tercio superior del monte del Castell de Sabassona y las colinas adyacentes al mismo.

Su potencia es por tanto mucho mayor que la de los dos tramos juntos precedentes, pues no baja en ciertos sitios de 130 metros.

En casi todos los puntos citados llama la atención su divisibilidad en hiladas ó bancos en sentido horizontal ó paralelo al superficial, y sus fracturas en sentido vertical ó perpendicular á las hiladas. Como dice M. Carez, estas fracturas son notables entre Roda y Sta. María de Corcó ó del Esquirol (1) y no lo son menos entre el Castell de Sabassona y Santa Magdalena, teniendo todas la misma dirección de N. á S. Están distanciadas unas de otras de 1 á 1'50 metros.

Además de esta divisibilidad y fracturas paralelas, es de notar en este terreno (2) el color ceniciento ó azulado de sus elementos, los cuales le imprimen un aspecto especial. La denudación, ejerciéndose enérgicamente sobre dichos elementos, ha abierto profundas arroyadas, dejando por todas partes diseminados una multitud de cerros de poca elevación terminados ordinariamente por superficies planas y cortados en sus laderas por estrechos y profundos barrancos.

En las inmediaciones de Vilatorta, ó mejor entre este pueblo y Folgarolas, por efecto de presentarse los maciños menos arcillosos y más cuarzosos que en otros sitios y de textura más regular, se explotan como piedra de construcción. En este y en otros puntos los bancos se presentan poco gruesos y divisibles á modo de baldosas, las cuales se pueden obtener, si se quiere, de grandes dimen-

(1) Op. cit. pág. 181.
(2) Thos y Maureta, op. cit. pág. 232.

siones. Son de colores claros azulados al salir de la cantera, de grano fino ó mediano. En otros sitios, como en la cantera de cerca Tavérnolas, se presentan en bancos de mayor potencia y de grano más grueso, entre las cuales van intercaladas unas muy delgadas capas de arcilla ó de marga, lo mismo que en el monte de Sabassona, y hay puntos en que pasan á gonfolitas ó conglomerados, cuyos cantos están trabados por un cimento arcilloso-calífero.

Hay también sitios en que estas hiladas se presentan al descubierto y como escalonadas, aflorando cada zona en una extensión superficial más ó menos ancha, en cuyos bordes son muy visibles los granos y chinitas de cuarzo que contienen.

Fósiles.—Toda esta mole de maciños es pobrísima en restos orgánicos, pues sólo puedo citar algún Bivalvo que he podido hallar en ellos y una pieza dentaria de *Carcharodon,* que se recogió en la cantera de Collsaspoyas, junto al colegio-asilo de niños pobres de Vilatorta, en cuyo Museo, su director el buen patricio y benemérito de la ciencia D. Francisco Benessat, lo tiene depositado juntamente con la fauna, flora y gea de esta interesante comarca, para ilustración de los albergados en el mismo.

Además á 1 kilometro al O. de Vilatorta, en las cercanías de la Sauleda, entre esta casa y can Perrucas, en donde esta roca de color azulado se presenta muy foliácea, en términos de recordar el Flisch de los Alpes, existen, como extendidos sobre la misma, una profusión de moldes cilíndricos é impresiones de organismos problemáticos, de bastante longitud, que se pueden atribuir á Algas (Fucoides?, Helminthoides?, etc.). Muchos se presentan geminados. También se les encuentra en las capas de la misma naturaleza de Puigsacosta, contiguo á Santa Eugenia.

Si se toma el trabajo de echar una mirada al conjunto de la fauna arriba enumerada, se notará desde luego que guarda grandes relaciones de semejanza con las faunas del N. ó allende la cordillera Pirenaica, pertenecientes á este mismo periodo, y se sacará como consecuencia que una y otras debieron vivir en el mismo mar.

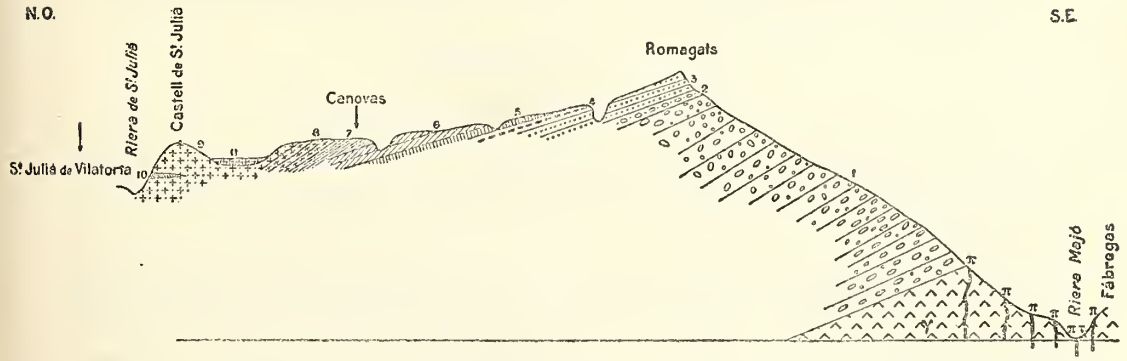
Y en efecto, nuestro país, que por haber sufrido en los primeros tiempos del periodo eocénico (épocas tanneciense y esparnaciense) un hundimiento en su región del N., quedó convertido, en gran parte, en un extenso lago, continuó hundiéndose cada vez más en las épocas siguientes. Esto permitió que las aguas marinas del N., ó sea desde el O. y SO. de Francia, se dirigieran más tarde (época ipresiense) hácia el S. hasta llegar, en su movimiento transgresivo, á lo que es hoy Plana de Vich. En su consecuencia, sobre haber invadido el mar la cuenca de Paris, parte de la Mancha y del Cotentin y las cuencas bajas del Loire, de la Gironde

y del Adour, extendiéndose hasta las Corbières y Montagne-Noire (Hérault), se fueron corriendo las aguas hácia nuestro Principado, originando en esta parte de la península un ancho y profundo golfo (época luteciense), en el cual vivieron las especies enumeradas, que desde las citadas regiones se habían corrido con las aguas hacia el S.;, debiendo, por tanto, conservar muchas de ellas íntimas relaciones con las coetáneas de las cuencas ultra-pirenaicas.

La vida que fué tan exhuberante en los primeros momentos de la invasión, en que la profundidad del mar era poca, á medida que ésta fué mayor, según lo acusa la finura de los sedimentos, experimentó una grande crisis, á juzgar por la escasez, por no decir carencia, de restos orgánicos (Moluscos y Radiados) en los sedimentos. Estas alternativas de exuberancia de vida y de escasez se repitieron algunas veces durante el luteciense inferior y medio para venir á despoblarse por completo el mar durante todo el luteciense superior y primer tercio de la época auversiense. En los dos tercios restantes en que alcanzó su máximum la depresión de la comarca ó la fase positiva, volvió á poblarse el mar de nuevo con riqueza de vida casi igual á la anterior.

A partir de este momento, empezó de nuevo el movimiento opuesto de la tierra y se efectuó la regresión del mar (fase negativa), ocasionada por el alzamiento de los Pirineos, los cuales adquirieron, á partir de la época siguiente, su relieve actual, quedando el mar acantonado en las regiones N. y SE. de España y SO. de Francia.

En los adjuntos corte cuadro viene sintetizado todo lo que acabamos de exponer en los capítulos precedentes, referente á la constitución geológica de la comarca:



Corte del eocénico inferior y medio de Sant Julià de Vilatorta á la riera Majó.—1/30.000

γ, granito.—π, porfidos.—π^t, petrosilex.—1. Depósito fluvio lacustre.—2. Tongada de cantos rodados.—3. Capas calcáreo-silíceas con *Alveolina Bosci.*—4. Tongada de arenas gruesas.—5. Banco margoso con *V. Schmideliana.*—6. Caliza con profusión de *R. maxima.*—7. Margas azuladas con *N. perforatus* y *N. scaber.*—9. Bancos de maciño.—10. Banco calcáreo-margoso con Briozoos.—11. Cuaternario.

Rocas eruptivas.	γ, granito. π, pórfido. π^t, petrosilex.	
Esparnacience. .	1.—Depósito fluvio lacustre, sin fósiles.	125 m.
Ipresiense . .	2.—Tongada de cantos rodados de facies marina. . .	1'40
Luteciense (nivel inferior).	3.—Capas calcáreas con *Alveolina Bosci* d'Orb. y capas calcáreas-areniscosas con *Ostrea multicostata. Velates Schmideliana* y otras especies.	2'30
Luteciense (nivel medio.. .	4.—Capa de arenas gruesas silíceo-calíferas más ó menos trabadas muy pobre en fósiles..	3 m.
	5.—Banco margoso calífero con profusión de *Velates Schmideliana* de gran tamaño y otras especies. .	2 »
	6.—Caliza más ó menos compacta con profusión de *Rostellaria maxima, Cerithium Parisiense, Velates Schmideliana* etc.	4 »
	7.—Capas de margas azuladas de textura hojosa, muy muy pobres en fósiles.	5 »
	8.—Hiladas calcáreas con *Nummulites crassus* Boub. *(perforatus* auct.), *N. Lucasi* d'Arch., *N. scaber* Lamk.	3'50
Luteciense (nivel superior)	9.—Bancos de maciño y conglomerado con raros fósiles.	60 »
	10.—Banco calizo-margoso con profusión de Briozoos y algunos Bivalvos.	1'30
Cuaternario. .	11.—Depósito de limo arcilloso-calcáreo de color rojizo.	1'60

CAPÍTULO VIII

EOCÉNICO SUPERIOR. (AUVERSIENSE (e. 4).—OLIGOCÉNICO—POSTPLIOCÉNICO. (Siciliense).—CUATERNARIO.

§ 1.° EOCÉNICO SUPERIOR

Auversiense (Bartonense en el mapa)

De estos terrenos, aunque estén muy bien representados en el país, hablaremos muy ligeramente por estar ya fuera del perimetro del mapa, sobre todo los dos primeros.

El primero limita la Plana por el lado O. formando como diijmos una cuesta de acantilados al O. de Vich, y entra dentro del mapa solo por la parte N. Está constituído por margas azuladas que alcanzan más de 350 metros de espesor, caracterizadas por un Anélido, más frecuente en unas localidades que en otras; tal es la *Serpula spirulæa,* especie que caracteriza por su abundancia este tramo en los depósitos coetaneos de allende los Pirineos (costas Bascas de Biarritz) y en los Alpes occidentales (Allons) etc.

Empiezan á verse estas margas azuladas con tal fósil característico entre Centellas y Balenyá, y á medida que remontamos el acantilado sobredicho, encontramos algunas capas ricas en fósiles, entre los cuales abundan señaladamente

los Políperos y Briozoos, alguna *Ostrea* y *Pecten,* y más arriba hay profusión de Orbitoides y también de *Serpula spirulæa.*

Más al N. del paralelo de Vich, es de notar por sus fósiles la falda del monte del castillo de Gurb, en donde, además de la citada *Serpula,* existe un polipero muy notable, *Guettardia Thiolati*, el cual es muy frecuente. Sobre estas capas con *Guettardia* vienen otras areniscoso-calcáreas, las que contienen varias especies del género *Pecten* y *Cœlopleurus*, y otras de distintos géneros muy bien conservadas, sin faltar la *Serpula spirulæa.*

En la parte alta del acantilado que mira á Vich existe un depósito de yeso de 3 á 4 metros, que se distingue de léjos por su color claro, el cual está coronado por otro de arenas margosas de poca consistencia.

El mismo tramo continua hacia al N., hasta más allá de Sant Bartomeu del Grau y Manlleu. (1).

Los fósiles que he podido ver recogidos en este tramo, procedentes casi todos del monte de Gurb, son los siguientes, además de la citada *Serpula spirulæa.* Lam.:

Orbophragmina Pratti Mich.
Nummulites contortus Desh. ?
Operculina ammonea Leym., var. de Priabona.
Turbinolia sp.
Cœlopleurus coronalis Klein (*equis* auct.)
» *Isabellæ* Collin.
Ostrea sp.
Spondylus Roualti d'Arch.
» *radula* Lamk. var.
» *rarispina* Desh. var. (jóven)
Lima sp.
Pecten (*Clamys*) *Parisiensis* d'Orb.
» *infumatus* Desh., in Cosmann y Pizarro;
Cotentin, T. II., lám. 1.ª, fig. 17 y 18.)
Pecten subimbricatus Munst;
(in Goldfuss, lám. 94, fig. 8)
» *ornatus* Desh. var.
» *Bouei* d'Arch.
» *opercularis* Lamk.
» *imbricatus* Desh.
» *subtripartitus* Roualt.
» *optatus* Desh.
» *multicarinatus* Desh.
(in Cosmann; Loire infer. lám. 2.ª pag. 15 y 18.)

(1) Vid. *Carez*, Op. cit. pag. 179.

Crassatella gibbosula Lamk.
Cardium cf. *Barin* Sow.
Chama papiracea Desh.
Cytherea lævigata Lamk.
Pleurotomaria concava Desh.

Los Sres. Thós y Maureta citan en Gurb, además las especies siguientes

Stylocœnia Vicarii Haime.
Cycloseris Andianensis d'Arch.
Eschara monilifera Edw.
Spondylus Talavignesi d'Arch.
» *granulosus* Desh.
» *asperulus* Munst.
Crassatella sinuosa Desh.
Pleurotomaria Deshayesi Bell.
Turritella imbricataria Lamk. (1) (a)

§ 2.° Oligocénico

Encima de este depósito marino vienen las capas lacustres que constituyen la meseta del Llussanés, pertenecientes al Oligocénico, las cuales se extienden asi al O. como al E. de la cuenca del Ter. Al O. ocupan una extensa superficie integrando no solo el Llussanés sino también el Moyanés y al E. se las reconoce desde Sant Quirse por arriba hasta besar la cordillera Pirenaica; y son las que constituyen el tramo titulado Proiceno por los Sres. Thós y Maureta.

En una y otra parte contienen lechos delgados de lignito, y están separados por la alternación de arcillas rojizas y de calizas que llevan *Melania* (*M. Albigensis*), y algunos bancos de pudinga, en los niveles superiores sobre todo, constituída por elementos de pequeñas dimensiones en general. Por lo que se ve claramente que desde su origen constituían un depósito contínuo dejado por el lago que ocupó una gran porción del Principado, después de la retirada del mar numulítico.

§ 3.° Postpliocénico

Las capas marinas azuladas del eocénico que integran la Plana se presentan por lo general al desnudo; pero hay algunos sitios en que están cubiertas por un

(1) Op. cit pág. 319-322.

(a) Para la determinación de los Moluscos del Luteciense y de este piso hemos consultado las obras de Deshayes, d'Archiac, Goldffuss, d'Archiac y Haime, Leymerie, Bellardi, A. Roualt, Carez, Cossmann y Doncieux sobre los terrenos numulíticos.

manto de terrenos continentales, que por su color amarillento ó rojizo contrastan con el azulado de aquellas. Tales son desde luego los que existen en los extremos N. y S. principalmente de la misma, en cuyos puntos se nota un depósito constituído por capas lacustres y de acarreo, de color amarillento, que descansan encima las margas azuladas susodichas.

En efecto, al N., junto á la parroquia llamada Granollers de la Plana, existe una prominencia de unos 15 metros de altura, cuyos niveles medio y superior están constituídos, de arriba abajo, del modo siguiente:

1er Depósito de aglomerado brechoide mezclado con arenas gruesas, formadas á expensas del maciño, en capas horizontales ó casi tales..... 2'50 m.

2º Capa de arenisca más coherente en concordancia de estratificación con las anteriores, formadas también á expensas del maciño local:..... 4'50 »

3º Margas fosilíferas en concordancia de estratificación con los depósitos precedentes, de un tinte amarillo blanquecino con

Valvata cristata Muller, muy abundante.
Succinea Pfeifferi Rosmäsler.
Pupa muscorum Linné.
Clausilia pumila Ziegler.
Testacella haliotidea Draparnaud, var. *scutulum* Moquin-Tandon.
Limnæa peregra Muller sp., var. *minuta* etc.

Un depósito, por el estilo, más extenso, pero poco susceptible de ser estudiado por no aparecer cortado como el de Granollers, se encuentra al S. de la Plana, junto á Sta. Eugenia. En la actualidad se explota para la fabricación de ladrillos.

Las capas superiores de arenisca y conglomerado no se presentan tan marcadas como en el anterior; en cambio se reconocen perfectamente en la prominencia intermedia entre ambos depósitos, titulada de Sant March, según se observa, subiendo á la misma por el sendero del Aymerich.

§ 4.º Cuaternario

Asimismo las citadas margas numulíticas en muchos sitios, lo mismo en las alturas que en las partes bajas, aparecen cubiertas por un delgado manto de limo continental, por lo común de color gris amarillento. Sin embargo, hay algún punto en que tiene un color rojizo debido á la abundancia de óxidos de hierro, y

en este caso está constituído por elementos menos finos, que le dan un carácter arenoso y hasta guijoso.

Su espesor no pasa de 1'50 metros y son muchos los puntos en que no lo alcanza.

Contiene *Helix* y *Rumina* pertenecientes á especies de la fauna actual.

Desde el punto de vista geológico, de todos los terrenos que integran la Plana este es el que reviste menor importancia; en cambio la tiene superior á todos desde el punto de vista agronómico, pues á el pertenecen los cachos de terreno fértil existentes en la misma, ya que las margas azuladas y demas terrenos margosos del periodo numulítico se distinguen por su infecundidad ó aridez, puesto que ni las malas yerbas pueden arraigar en ellos.

CAPITULO IX

Historia geológica de la comarca durante los tiempos terciarios

Explicada ya en los precedentes capítulos la constitución geológica de la Plana, vamos á ver como ha procedido la Providencia para darle la forma y configuración actual al través de las épocas pasadas, ó sea á trazar la historia geológica de la misma.

La situación, disposición estratigráfica, extensión y potencia del terreno Auversiense (margas azuladas superiores) y del Oligocénico (arcillas y pudingas rojizas) en sus relaciones con la Plana de Vich, nos indican bien claramente que ambos terrenos tuvieron mucha más extensión que la que en la actualidad presentan, señaladamente en el sentido de O. á E., hasta el punto de no dejar duda alguna que alcanzaron á cubrir toda el área que abarca la misma. Tal presunción nos la viene á confirmar la prolongación de los citados terrenos hácia el E. salvando el meridiano de la Plana, entre Montesquiu y Ripoll, ó sea un poco más al N. de la misma, en donde se les ve á uno y otro lado del río Ter; y por más que sea mucho más extensa el área ocupada por el terreno oligocénico al lado O. del rio que al E., la distribución del mismo con respecto á la Plana indica que este terreno descendía más hácia al S. de su límite actual, alcanzando indudablemente á cubrir el área actual de aquélla.

De esto debemos deducir: 1.° Que el mar eocénico, en cuyo fondo se depositaron los sedimentos de este nombre, tuvo invadida la Plana toda, no sólo durante sus primeras épocas, de las cuales se ven potentes depósitos en ella, sino durante todo el periodo eocénico, aunque en la actualidad no existan sedimentos de la última época (Auversiense) en el seno de la misma, que lo acusen.

2.° Que de igual suerte la tuvieron invadida las aguas continentales en el periodo siguiente ú oligocénico, por más que ningún sedimento se registre en la misma que lo atestigüe.

Sentados estos dos hechos, vamos á hilvanar la historia geológica ó mejor la

génesis de la Plana; y para ello la tomaremos en el principio de los tiempos terciarios, porque sólo á partir de este momento geológico se empieza á vislumbrar algo sobre la misma, pues de lo que aconteció en ella antes de esta época nada puede historiarse en concreto.

Desde luego los depósitos fluvio-continentales que hemos visto en las Guillerías y torrentes contiguos, nos dicen claramente que la comarca estuvo ocupada al principio de los tiempos terciarios por un lago de aguas inquietas que no sólo abarcaba el perimetro de la Plana, sino que se extendía mucho más en todas direcciones. (1)

Los depósitos marinos que vienen encima de los precedentes, indican evidentemente que después de las aguas dulces ó continentales invadieron el país las del mar numulítico, en el cual vivieron las miriadas de esos pequeños y curiosos Foraminíferos llamados *Alveolinas* y *Nummulites*. Este mar no sólo se extendía allende y aquende de lo que es hoy cordillera pirenaica, sino que por el O. invadia toda la zona media de Cataluña, Aragón y provincias del N. de España, y por el E. continuaba hasta la India pasando por Francia, Suiza, Italia meridional y Egipto y desde la India hasta la América, dando la vuelta al globo.

Por fin, los depósitos lacustres, que descansan encima las capas marinas más altas antedichas, nos dicen que este mar tan extenso fué cegado más tarde aquí en Cataluña (así como en los demás países) por un accidente seísmico del suelo, viniéndole á reemplazar de nuevo un lago de aguas dulces menos inquietas, cuando menos al principio, que las del primero.

¿Cómo han tenido lugar estos cambios tan extraordinarios en la superficie terrestre y á qué causas han obedecido? Esto es lo que nos proponemos explicar y con ello despejar la incógnita de la génesis de la Plana.

Sin querer entrar en explicaciones sobre el origen del primer lago, que no se debió á otra causa que á una depresión del país en general, sino dándolo como un hecho del cual partimos, indaguemos la causa por la cual el mar ocupó con posterioridad su sitio. El accidente seísmico ó depresión iniciada en una gran parte de Europa, que dió origen al lago, se acentuó cada día más y más, de tal suerte que el fondo del mismo vino á quedar á un nivel más bajo que el del mismo mar. En tal momento geológico éste empezó su transgresión, la que fué progresando en proporción del aumento de aquélla, lo mismo en el país que en el resto de Europa, hasta el punto de alcanzar las aguas centenares de metros de profundidad, según lo acusan clarísimamente los potentes depósitos de margas, arcillas, calizas y maciños que integran los sedimentos, por dichas aguas marinas, según dijimos, en su fondo depositados.

Ahora bien, ¿cómo fué que este mar tan extenso y profundo fué más tarde cegado? Por un efecto contrario al que ocasionó su formación ó existencia, con la

(1) *Vidal* (*L.*) y *Depéret* (*Ch*): Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña; 1906. (Mem. de la R. Acal. de Cienc. y Art. de Barcelona.

diferencia que éste aparece más potente y de mayor alcance, por cuanto cambió por completo la tectónica de Francia y España, separando por siempre más por este lado el océano Atlántico del Mediterráneo. Efectivamente, en el corazón mismo del mar numulítico se inició un colosal pliegue anticlinal (arruga de la corteza terrestre) que se había dibujado de antiguo, según la dirección aproximada de E. á O., el cual, gracias al enfriamiento cada vez mayor del globo, se fué acentuando más y más cada día, hasta el punto de elevarse mucho sobre la superficie de la corteza y originar la cordillera que llamamos Pirenaica.

No de otra suerte, sino por efecto de este levantamiento realizado en el seno mismo del mar, se explica la barrera actual que separa Francia de España y la presencia de los manchones de terreno de este periodo que se conservan aquí y allí en las más elevadas cimas de la misma cordillera; tales son el pico de Basegoda (1.343 metros) y el de Cadí (2.608 m.) entre otros, cuyas alturas no ocuparían, á no haber ocurrido el empuje colosal que les sacó del fondo del mar en que estaban sumergidos, y en el cual habían sido anteriormente depositados.

Este cambio tectónico debió ocurrir entre los periodos eocénico y oligocénico, puesto que mientras existen en las alturas y vertientes de la misma depósitos de los terrenos eocénicos susodichos, faltan por completo los oligocénicos y miocénicos marinos, lo cual es prueba de que ya estaba ella (la cordillera) fuera de las aguas al sobrevenir el periodo oligocénico.

No hay que decir que la consecuencia inmediata de la elevación del terreno que estaba invadido por el mar numulítico fué naturalmeute el desalojamiento y retirada de éste de los puntos que en el país ocupaba, entre los cuales se hallaba el área que abarca esta Plana.

Desalojadas por la causa referida las aguas marinas de su sitio, se fueron reuniendo las aguas continentales en gran cantidad, en las diversas depresiones que tal movimiento de la corteza originó, de lo que resultó en el país un nuevo y vasto lago á cuyo fondo iban á parar, por efecto de las corrientes acuáticas, los materiales de las regiones circunvecinas, los cuales aparecen hoy bajo la forma de aluviones poligénicos. Tales son las pudingas, arenas gruesas, areniscas, margas multicolores y calizas en las cuales se encuentran sepultados los Moluscos de los géneros *Melania, Melanoides, Planorbis, Bithynia, Striatella, Vivipara*, etc., que en el mismo vivieron, así como los restos de Mamíferos, tales como *Ancodus*, *Diplobune*, etc.; que en sus inmediaciones pacían. (1)

En virtud de la continuación de este movimiento de exaltación de la cordillera y de sus estribaciones, vino al fin á quedar en seco la Plana, lo mismo que las regiones circunvecinas. En tal momento, no se veían en ella desniveles, ni surcos, ni barrancos y mucho menos prominencias notablemente pronunciadas, y sólo se destacaba al N. de la misma, por su elevación, la cordillera Pirenaica.

A consecuencia de la dirección E.O. de dicho pliegue anticlinal, orígen de esta

(1) Vid. *Vidal* y *Depéret* op. cit.

cordillera y de la línea de máxima pendiente del terreno (N. S.), las aguas, como sucede en la actualidad, caídas en la vertiente sud, debían dirigirse hácia el Mediterráneo, y las otras hácia el Atlántico.

De las corrientes que bajaban de los Pirineos ya levantados, la que reviste singular interés para nuestro objeto y está más ligada con la cuestión que nos proponemos ventilar, es la que integra el río Ter, cuyas aguas desde su principio siguieron en su curso la dirección de N. á S. En su consecuencia, éstas fueron las primeras que en virtud de su acción erosiva, ayudadas de la velocidad que les daba la pendiente establecida por el alzamiento de aquéllos, empezaron á abrir naturalmente surcos y barrancos en dirección más ó menos oblícua al Ter, el cual, engrosado luego por gran número de afluentes, iba ahondando su cauce y formando tal vez resaltos cada día más fuertes. Como según esto, la corriente del mismo seguía la dirección del meridiano en que están situados los pueblos de Ripoll, Manlleu, Vich, Centellas, y el Congost, y pasaba, en consecuencia, por el borde NOO. de lo que actualmente llamamos la *Plana,* para dirigirse al hoy titulado Congost, no hay duda alguna que durante la larga duración de los tiempos miocénicos y pliocénicos, debió dejar en su trayecto visible huella de su paso, ó lo que es lo mismo, un cauce más ó menos profundo en todo su curso, que se extendía desde más arriba de Ripoll hasta la Garriga. De las dos escarpas de este cauce sólo ha quedado bien manifiesta la del lado O. para limitar el Llussanés y Moyanés, en cuyo borde se encuentra Collsuspina al S., el monte de Gurb en el medio y Sant Bartomeu del Grau al N.; mientras que ha desaparecido la del lado E. para dar lugar al valle de erosión de Vich ó formación de la *Plana* de este nombre.

¿Cómo se efectuó tal ablación? Después de haber seguido las aguas del Ter, durante los millares de millares de siglos que representan los periodos miocénico y parte del pliocénico, la dirección dicha, se inició una intumescencia y elevación del terreno por la parte de los puntos en que están emplazados los pueblos del Brull, Seva y Balenyá, la cual dificultó, desde aquel momento, el deslizamiento de las aguas del Ter por la línea del meridiano y ocasionó el desvío de la misma hácia el E. Tal vez contribuyó á este desvío alguna revuelta del río en este paraje ó en sus cercanías, por el estilo de las que vemos hoy entre Roda y Sau, lo cual no hay duda que facilitaría en gran manera la acción erosiva de sus aguas sobre la escarpa del lado E. desaparecida.

Por efecto de tales causas, á las que debe añadirse la continuación de la elevación que el terreno experimentaba, empezó el río, ya á partir de estos momentos, á ensanchar su cauce por este lado, no deslizándose sus aguas todas por él, sino que, mientras una parte quedaban estancadas por efecto de la elevación de la tierra, otras se derramaban por fuera del mismo para dirigirse no ya al Congost, sino tal vez á la cuenca de la riera Majó, á la sazón ya de seguro iniciada.

De este modo empezó á modelarse la Plana, pues el río Ter, al mismo tiempo que se ladeaba ó desviaba hacia el E. en proporción al alzamiento del terreno, y

sus aguas se dirigían cada día en mayor cantidad á la cuenca de la susodicha riera, iba ejerciendo su acción erosiva sobre las capas superiores (oligocénico y eocénico superior), hasta el extremo de despojar á la Plana, no solo de ellas, sino de las del medio é inferior que se echan de menos en este lado.

Hay que tener en cuenta, para hacerse cargo de ello, que en tal periodo no se presentaba la Plana como hoy, cóncava, sino que estaba más ó menos aplanada y ocupada por los sedimentos que integran el eocénico y el oligocénico, según dijimos al principio, los cuales alcanzaban alturas superiores á las del Castell de Sabassona, por encima de las cuales corrían las aguas del Ter para ir á derramarse en la repetida cuenca.

Así es que la acción denudatríz ejercida por las aguas corrientes sobre la región oriental de la Plana, vino continuándose sin cesar con el andar de los tiempos, obligando á que se corrieran aquéllas cada vez más hacia el E., á la vez que se llevaban los sedimentos eocénicos superiores y medios, según se vé claramente entre Romagats y Puigmoltó, á causa del movimiento de exaltación del terreno por este lado (1). Al fin, este movimiento de desvío quedó detenido en la línea de su cauce actual, ó sea de Manlleu, Roda y Sau, determinando con el tiempo los enormes zig-zags ó revueltas de Codol dret y de Sant Pere de Casserras y produciendo los profundos y abruptos acantilados de esta parte del Ter.

Si vamos á escudriñar la causa del fenómeno seísmico referido, ya no le encontraremos en el levantamiento de los Pirineos, sino en la región opuesta ó del S., ó sea en el movimiento ascensional de la cordillera media (2), de la cual forma la mole del Montseny el extremo NE. Efectuado desde luego con posterioridad á los tiempos eocénicos, según lo acusan de un lado la posición erguida de las capas lacustres y marinas del pico de Puiglagulla, y de otro la inclinación de todos los estratos del borde S. de la Plana hacia el NO., todo indica bien claramente que dicho movimiento trascendió á la misma Plana, poniéndola á un nivel más elevado del que la había dejado el levantamiento final de la cordillera Pirenaica.

No hay que decir que desde que se acentuó el desvío del Ter y la erosión de la comarca, las aguas que caían en la parte del N. de la línea divisoria que se estableció entonces, ó sea desde la línea del Brull-Balenyá por arriba, parte originaron el Gurri, tributario de aquél, y parte afluyeron á la riera Majó convertida más tarde en tributaria también del mismo; y en cambio las que caían en la parte opuesta, siguieron por el Congost actual, continuando su acción erosiva, empezada por la corriente del primitivo del Ter, hasta cortar no ya sólo las capas eocénicas, lacustres y marinas, sino además las triásicas y paleozoicas y el mismo granito, á todas infrapuesto.

Las aguas del Gurri empezaron por su parte también, desde este momento,

---

(1) Vide cap. 4.º lo que decimos de la constitución de Puiglagulla.

(2) Vid. Bulletin Société géologique de France, t. XXVI, pág. 703.

á ejercer su acción erosiva sobre la cuenca, á medida que las del Ter seguían por su lado ahondando su cauce, con lo cual se vino acentuando cada vez más el caracter de valle de erosión de la Plana y su desnivel de la contigua comarca del Llussanés.

Mas por los sedimentos postpliocénicos que existen, según dijimos, en Granollers de la Plana y en Sta. Eugenia, venimos en conocimiento de que más tarde, ó sea ya en los albores de los tiempos históricos, la regularidad de este régimen hidrológico se alteró de nuevo, debiendo las aguas del Gurri y del Ter quedar en parte estancadas en la Plana por no poder salvar la barrera de la sierra de las Guillerías, á causa de haber experimentado el país un nuevo movimiento de exaltación, más localizado empero que los anteriormente citados. Con ello quedó convertida toda ella á la sazón otra vez en un extenso lago, en cuyo fondo se depositaron los sedimentos arriba dichos, los cuales de seguro alcanzaron á cubrirla toda ó casi toda.

La existencia de este lago, podemos decir, en lenguaje geológico, que fué efímera, atendido el escaso espesor de los sedimentos por él dejados; y duraría hasta que las aguas alcanzaron sobresalir y salvar de nuevo la barrera ocasionada por el movimiento seísmico indicado. A partir de este momento empezaron á reunirse todas en el mismo cauce del Ter, yendo á parar á Sau, en donde se reunieron aquéllas otra vez con las de la riera Majó, que bajaban de las vertientes de Matagalls. Puede que el citado movimiento elevando el nivel del Ter, coincidiera con la abertura de una falla en el cauce de la riera Majó, cuyo juego originara un salto de las aguas de aquél sobre ésta. En este caso se explicaría muy bien lo abrupto de los acantilados de Sau, Tavertet, Casserras y Roda, teniendo en cuenta el retroceso que experimentan los saltos, debido á la erosión de las aguas sobre su propio cauce, como sucede, entre otros ríos, en el Niágara.

No hay que decir que á partir del cegamiento del lago empezó de un modo franco el régimen hidrográfico actual, en el que las aguas del Gurri y sus afluenïes han ejercido su acción erosiva contínua sobre los sedimentos postpliocénicos primero, y la han continuado sobre los eocénicos, á estos infrapuestos, después, cuya acción denudatriz ejercida durante el periodo que comprende los tiempos cuaternarios y actuales ó históricos, ha dado á la Plana su fisonomía exterior actual. Por efecto de ella han desaparecido casi todos los sedimentos del lago postpliocénico y se ha originado la forma cóncava de la misma, así como los altillos y prominencias, aisladas algunas de ellas, que quedan todavía en pié, las cuales son testigos de la obra de esta acción erosiva moderna, á la vez que mojones, aunque incompletos, del espesor de las capas desaparecidas.

CAPITULO X.

CONDICIONES HIGIÉNICAS GENERALES QUE REUNE LA COMARCA.—ID. ESPECIALES DE LA POBLACIÓN DE SANT JULIÁ DE VILATORTA.—ID. DE LAS AGUAS DE LA MISMA Y SU COMPOSICIÓN.—CONDICIONES AGRÍCOLAS DE LOS TERRENOS DE CULTIVO.

Esta Plana, á la vuelta de todas las fases porque ha pasado durante las épocas geológicas, ha venido á reunir incomparables condiciones higiénicas para la morada del hombre, asi por la altura sobre el nivel del mar en que ha quedado y la pureza del ambiente que en ella se respira, como por las relaciones íntimas que guarda con la cordillera pirenaica y la mole del Montseny. Merced á estas, además de respirarse en ella en muchas temporadas del año, un aire seco y no escaso de ozono que vigoriza y entona la economía animal, se goza de un clima fresco y de una brisa sumamente agradable al sentido (28° en 21 de julio), sin embargo de caldearla los rayos del sol en la cálida estación del verano y mantenerla fria las heladas brisas de las nieves pirenaicas y del Montseny en la del invierno.

Merced á estas favorables condiciones de que goza, gracias á lo dilatado de su área y al extenso horizonte que abarca, aventaja sobremanera como estación de verano á la mayoría de las que se registran en el Principado, puesto que la estrechez de los valles en que la mayor parte de ellas están emplazadas, á mas de impedir que se espacie la vista por el horizonte y se solace el espíritu ante un panorama extenso y variado como el de esta Plana, hace que reine en ellos un ambiente por lo general húmedo, que con frecuencia se convierte en neblilla, debido á la condensación del vapor atmosférico de que está saturada su atmósfera.

Pero de entre los sitios pintorescos que en esta Plana se registran, sobresale, por las favorables condiciones que en él andan reunidas, el pueblo de Sant Juliá de Vilatorta. El aspecto de esta población es de lo más seductor para el turista, viéndose á uno y otro lado de un arroyo bellas hondonadas y frondosos vallecitos, por los cuales corre el agua cristalina que los fecundiza; desde ella se domina la vistosa comarca del llano por la parte del norte y los montes que la separan de las renombradas y agrestes Guillerías por el lado de oriente; más allá en el horizonte se descubre la cordillera Pirenaica, en la cual destaca por su blancura, cuando está cubierta por la nieve, el elevado Puigmal, y mas cerca sierras, colinas, picos, oteros, poblados de vegetación variada, que embalsaman el ambiente con el perfume que expide.

Pertenece este pueblo á la provincia de Barcelona y está situado en la carretera provincial de Vich, á San Hilario Sacalm, entre los kilometros 5 y 6.

Existe en él una rica fuente que deja atónito por su abundante caudal, pues da el agua por cinco regulares caños y una gruesa canal de piedra en la cantidad de 28.560 litros por hora, la cual alimenta un gran lavadero y un torrente, cuyas

márgenes, pobladas de frondosos chopos, dejan ver de léjos el tortuoso curso por donde se escurre en dirección al llano. Según el análisis, efectuado en 1885 por el doctor Benessat, del agua de la fuente «Noguera», se comprende que sean desconocidas en el país ciertas enfermedades, y que ilustrados médicos hayan podido experimentar los saludables efectos del uso continuado de la misma para combatir varias dolencias.

Hé aqui el análisis cuantitativo, racional ó hipotético del agua de la fuente «Noguera» de Sant Juliá de Vilatorta.

Altura sobre el mar, 588 m.
Temperatura, 13 8°, siendo de 28° en 21 de julio de 1885.
Densidad, 1'000845. Reacción alcalina.
Caudal, 28,560 litros por hora.

COMPOSICIÓN DE UN LITRO DE AGUA

Gases á 0° y 760 m m.	Oxígeno	3'50 c.c.	= 0'005 gr.
	Nitrógeno	17'50 »	= 0'022 »
	Acido carbónico	13 »	= 0'026 »
		T. v. g. 34	T. p. g. 0'053
Materias sólidas y sales disueltas consideradas anhidras.	Bi carbonato cálcico		0'0678
	» magnésico		0'0836
	Sulfato sódico		0'0184
	» cálcico		0'0292
	» ma.nésico		0'0540
	Silicato-sódico		0'0064
	Cloruro »		0'0523
	Alúmina		0'0184
	Sílice		0'0139
	Fosfatos, nitratos, Litina, óxido de hierro, Materia orgánica		Cantidad no determinada.
		T. m. s.	0'3440

Hé aquí el dictámen de algunos Facultativos sobre los efectos de las mismas.

Las aguas de la fuente Noguera, de Sant Juliá de Vilatorta, que he tenido ocasión de examinar y ensayar en algunos de mis clientes, pertenecen á las bicarbonatado-cálcico-magnesianas débiles, atermales (13°'5 C.) Contienen los gases necesarios para su buena asimilación y favorecer los fenómenos de la digestión, á saber: nitrógeno, oxígeno y ácido carbónico. La cantidad de sus sales no se

separa mucho de la comun de las aguas potables, pero predominan en ellas las sales magnesianas.

Por estas circunstancias las considero útiles como dialíticas y ligeramente expoliativas en la diátesis úrica, aún revistiendo la forma gotosa, en los infartos hepáticos y en el engrosamiento de los gánglios mesentéricos, sobre todo en los niños. Obran en la constipación de vientre, sin ser decididamente purgantes.

Las buenas condiciones en que colocan á los órganos digestivos, la pureza del aire y la altitud que tiene Sant Juliá, hacen del mismo tal vez el mejor punto, cercano á Barcelona, de restauración de la economía para las personas de fuerzas agotadas por el excesivo trabajo y los padecimientos inveterados que necesitan repararse sin medicamentos y sin aguas minero-medicinales activas en demasía. No tiene los inconvenientes de las grandes altitudes pirenáicas, debidos á sus cambios bruscos de temperatura, tan perjudiciales á las personas delicadas. (Dr. Carbó).

Cita además el dictámen y las certificaciones de los facultativos de la comarca, entre las que están las de los médicos de Vilatorta, Roda, Folgarolas y Vich, doctores Anglada, Mirabet, Vilar, Salarich respectivamente y del subdelegado del distrito Sr. Bayés, los cuales atestiguan y explican á la vez el porqué son desconocidas en la localidad las afecciones calculosas, y rarísimas las del hígado y del estómago; pues son muchísimas las personas que han podido experimentar los saludables efectos del uso del agua del abundantísimo manantial, que fertiliza la hermosa campiña de este pintoresco lugar de la montaña catalana, «ya de mucho tiempo conocido y celebrado por su agradable ambiente y clima »fresco y sano, dice P. Riera (1), la inmejorable cualidad del agua, los variados »y sorprendentes paisajes que á cada paso se descubren, la facilidad de procurarse »lo necesario para una vida confortable etc., etc. han llamado la atención de fami»lias distinguidas, que han convertido el pueblo que nos ocupa en una colonia hi»génica de verano.»

Desde el punto de vista agrícola, por más que á primera vista aparezca este valle estéril, á causa de la escasez de vegetación en los puntos en que las arcillas azuladas aparecen al desnudo, existe, con todo, en muchos sitios, como hemos indicado más arriba, una capa de terreno laborable de reciente formación, mas ó menos extensa y de espesor variable, pero lo suficiente, para rendir excelentes y ópimos productos al agricultor.

Su composición es por lo regular de carácter arcilloso-calizo, como originada por los detritus de las margas; en algunos puntos es arenosa, sin que deje de ser arcilloso-caliza, por haber sido las areniscas calcáreas las que al descomponerse

---

(1) *Pascual Madoz.* Diccionario geográfico estadístico é histórico de España. tomo 16 pág. 87 Madrid, 1850.

P. Piera y Sans, Diccionario geográfico, estadístico, histórico biográfico, etc. cuaderno 210 pág. 216. Barcelona, 1887.

lo han originado; y en otros de la parte S. E. arenoso-silicea por hallarse formada de los elementos de las rocas graníticas contiguas y alteradas; y finalmente, en ciertos puntos del O. sin dejar de ser caliza ó arcilloso-caliza, es además selenitosa.

Copiamos á continuación tres análisis de tierras del fondo de la Plana, practicados por D. Agustín Casas y Sagristá, en el laboratorio químico del Instituto Agrícola catalán de Barcelona, y publicados en el Anuario del mismo, de donde los tomamos, y son como siguen:

	Primer ensayo	Segundo ensayo	Tercer ensayo
Arcilla...	70'00	71	70
Arena....	25'75	17	17
Cal	4'25	12	13
	100	100	100

En el primer análisis, la parte soluble en el agua contenía los ácidos silícico y sulfúrico y el cloro (carecía de ácido fosfórico) y las bases cal y alúmina.

En el segundo, la misma parte contenía ácido sulfúrico y cloro (carecía de ácido fosfórico) y las bases cal, potasa (indicios) y sosa (indicios), careciendo de hierro.

En el tercer ensayo, contiene dicha parte los ácidos silícico-sulfúrico y fosfórico (indicios) y cloro; y las bases alúmina, cal y sosa (indicios), careciendo de hierro y magnesia.

CUADRO DE LOS TERRENOS

QUE EXISTEN EN LA COMARCA DE VICH

ROCAS ERUPTIVAS.	Granito, Granulito, Pegmatita, Pórfidos cuarcíferos, Ortófido, Porfirita, Petrosilex ó Haloflinta, Diabasa, Diorita.
TERRENOS SEDIMENTARIOS. . . .	I.—Eocénico inferior (Formación fluvio-lacustre) Taneciense-Esparnaciense?
	II.—Eocénico medio—Luteciense (nivel inferior) (Formación marina).
	III.—Eocénico medio—Luteciense (nivel superior).
	IV.—Eocénico superior—Auverciense (Bartonense en el mapa).
	V.—Oligocénico (Formación-lacustre) Sannoisense-Aquitaniense?
	VI.—Postpliocénico—Siciliense?
	VII.—Cuaternario.

CARTA GEOLÓGICA Y TOPOGRÁFICA
DE
SAN JULIÁN DE VILATORTA Y SUS ALREDEDORES Ó DE ENTRE VICH Y LAS GUILLERÍAS.

Publicada la original con la colaboración y á expensas de los Sres. D. F. de P. BENESSAT y D. J. M. BOFILL de la casa "El Solá"
y subvencionando la parte geológica la Excma. Diputación provincial.

AÑO 1905.

Mem. Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Tercera época. Vol. V. Núm. 20.

Geología por El Canónigo Dr. D. JAIME ALMERA Pbro.

SIGNOS ABREVIATURAS Y NOTAS GEOGRÁFICAS.

Topografía y Grabado por E. BROSSA.

Carretera — Río — Edificios — C. Casa, Ca 'n ó Ca 'l. — Escala: $\frac{1}{50000}$
Camino carretero — Riera — Fuente — M. Mas
Sendas — Torrentes — Puente — S. Sant. Sta Santa. — 1 Kilómetro.

La equidistancia de las curvas es de 5 metros. Los números son alturas, en metros, sobre el nivel del mar. La Catedral, Puig Sacosta y Aguilar son vértices del Instituto G y E y base de esta topografía.

NOTAS GEOLÓGICAS

TERRENOS SEDIMENTARIOS			ERA TERCIARIA				
PERÍODOS	ACTUAL	CUATERNARIO	PLIOCÉNICO	EOCÉNICO			
PISOS			Siciliense	Bartoniense	Luteciense		Ipresiense
	a	q	p	e⁴	e³	e²	e¹

ROCAS ERUPTIVAS						FÓSILES
Granito	Micropegmatita	Pegmatita	Pórfido	Diabasa	Diorita	₮
γ			π		δ²	

Los pisos y sus divisiones están indicados por un color y por una letra romana simple, con exponente ó con índice.

INDICE

Páginas

Capítulo I

Descripción física de la Plana 5

Capítulo II

Documentos relativos á la geología de esta Plana, entresacados de los Sres. Thós y Maureta y de M. Carez 9

Capítulo III

Rocas eruptivas.—Granito.—Granulito.—Pegmatita.—Pórfidos cuarcíferos.—Ortófido.—Porfirita.—Petrosilex.—Diorita.—Diabasa 14

Capítulo IV

Orden de formación de estas rocas eruptivas.—Edad probable de cada una de ellas 17

Capítulo V

Terrenos sedimentarios.—Eocénico inferior (Facies-lacustre=e^1) Esparnacien-se?—Su constitución.—Potencia.—Extensión.—Buzamiento.—Edad (nivel del *Bulimus Gerundensis*) 20

Capítulo VI

Eocénico medio (Facies marina=e^2)—Su constitución.—Potencia.—Buzamiento.—Extensión.—Edad.—Sus fósiles 23

Capítulo VII

Eocénico medio (Luteciense=e^3).—Su constitución.—Buzamiento.—Potencia.—División.—Fósiles.—Edad.—Extensión.—Consideraciones 26

Capítulo VIII

Eocénico superior Auversiense (Bartonense=e^4 en el mapa).—Oligocénico.—Postpliocénico.—Cuaternario 40

Capítulo IX

Génesis ó historia geológica de la comarca durante los periodos terciarios 44

Capítulo X

Condiciones higiénicas de la misma.—Id. id. de la población de S. Juliá de Vilatorta —Idem idem de las aguas de la misma.—Condiciones agrícolas de los terrenos de cultivo 50

RECEIVED
14 MAY 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 21

LOS VERTEBRADOS DEL OLIGOCENO INFERIOR DE TÁRREGA (PROV. DE LÉRIDA)

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

M. CHARLES DEPÉRET

Decano de la facultad de Ciencias de Lyon

Publicada en abril de 1906

(CON VERSIÓN FRANCESA)

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 21

LOS VERTEBRADOS DEL OLIGOCENO INFERIOR DE TÁRREGA (PROV. DE LÉRIDA)

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

M. CHARLES DEPÉRET

Decano de la facultad de Ciencias de Lyon

Publicada en abril de 1906

(CON VERSIÓN FRANCESA)

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

LOS VERTEBRADOS

DEL OLIGOCENO INFERIOR DE TÁRREGA (PROV. DE LÉRIDA)

por el Académico correspondiente

M. CHARLES DEPÉRET

Decano de la facultad de Ciencias de Lyon

leida por el Académico numerario

DON LUIS MARIANO VIDAL

Sesión del día 11 de noviembre de 1905

INTRODUCCIÓN

Tárrega es una pequeña ciudad situada en la provincia de Lérida en la orilla derecha del río Cervera afluente izquierdo del Segre. A unos 1.500 metros al Este de la población se explota una vasta cantera de losas grises reposando sobre molasas grises y margas rojizas. El conjunto de capas visibles tiene de 6 á 7 metros de espesor. A la mitad del corte calizo-margoso superior se encuentran en un lecho especial que separa dos bancos calizos, restos bastante abundantes de vertebrados fósiles (cráneos y otros huesos) por desgracia siempre bastante aplastados y deformados: los dientes son, no obstante, bastante bien conservados. Hay también impresiones de peces y de plantas terrestres.

Mi ilustrado amigo el ingeniero Vidal ha querido llamar mi atención sobre este yacimiento importante, cuyo descubrimiento se debe á D. Francisco Clua, de Tárrega, del cual ha logrado reunir numerosos materiales, y ha puesto á mi disposición para estudiarlas las piezas más interesantes de su colección. Yo he podido unir á este estudio algunas otras que debo á la atención del Sr. Clua y del Sr. Bofill, estas últimas procedentes del Museo de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, y por ello ruego á todos estos señores que acepten la expresión de mi reconocimiento.

Por lo que toca á la edad de este depósito fosilífero, queda estudiada en la memoria que en colaboración con el Sr. Vidal acabamos de presentar á esta Real Academia sobre el Oligoceno de Cataluña, y me limitaré á recordar que hemos sido conducidos á situarlo en lo alto del Oligoceno inferior, en el límite de los dos tramos *Sannuasense* y *Estampiense* (Sannuasense superior).

La lista de los fósiles conocidos de este yacimiento es la siguiente:

VEGETALES.	*Anastomeria?* según determinación de los Sres. Laporta y Zeiller.
	Sabal Lamanonis Id. id. id.
	Cinamomum lanceolatum Unger, según M. Fliche.
	Leucolhea (Andromeda) protogea Unger, id. id.
	Myrica acuminata Unger, id. id.
MOLLUSCOS..	*Limnæa longiscata* Brongn. var. *ostrogallica* Font.
	Planorbis grupo *Cornu* Brongn.
	P. polycymus Font.
PECES.....	*Prolebias* sp. aff. *P. Oustaleti* Sauvage, del oligoceno de Auvernia, según determinación de M. Sauvage.
REPTILES....	*Chrysemys Lachati* Sauvage.
	Trionyx sp.
	Diplocynodon. sp.
MAMÍFEROS..	*Brachyodus Cluai* nov. sp.
	Therydomys siderolithicus Pictet var. *major.* nov. var.
	Plesictis Filholi nov. sp.
	Amphicyonide.

La presente memoria se ocupa en el estudio de estos vertebrados.

DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA DE TÁRREGA

I. MAMÍFEROS

1.° *Artiodactylos*

Familia de los *Anthracotheridos*

Género. *Brachyodus* Depéret.

Brachyodus Cluai nov. sp.

Lám. 1 á 3 y Lám. 4. Fig. 1.

Las piezas estudiadas en este trabajo comprenden:

1.° Un cráneo visto por la cara palatina (lám. 1, fig. 1) mostrando la série de los 7 molares en buen estado. La pequeñez del alveolo del canino indica un individuo hembra.

2.° Otro cráneo visto también por la cara palatina (lám. 4, fig. 1) La región posterior está muy aplastada: en cambio se ven los 7 molares y además la

série dentaria anterior (un canino y tres incisivos). El canino es pequeño é indica un individuo hembra.

3.° Un cráneo casi entero (lám. 2) comprimido á través, un poco truncado de delante en la región nasal, y de atrás en la región occipital. Esta pieza, que muestra la série dentaria completa del lado derecho, lleva un largo canino saliente que me parece acusar un individuo macho adulto.

4.° Una parte anterior de cráneo con las dos ramas de la mandíbula correspondiente (lám. 3, fig. 1 y 2) de un individuo muy fuerte. Se ve arriba la série de los 7 molares y los alveolos del canino y de los incisivos; abajo, la série de los molares y el canino roto. La fuerza de los caninos ó de su alveolo denotan un macho adulto.

5.° Una parte de maxilar superior izquierdo con los 6 primeros molares y un fuerte canino saliente, denotando un macho.

6.° Una media mandíbula derecha (lám. 1, fig. 2) mostrando en su sitio la série de los 7 molares el canino y los 3 incisivos. La pequeñez del canino indica una hembra adulta.

7.° Muchos fragmentos de mandíbula (lám. 3, fig. 3 y 4) de adultos y de jóvenes.

Es notable que ningún hueso importante del esqueleto haya sido recogido con estos cráneos.

1.° *Cráneo.*

El cráneo de los animales del género *Brachyodus* era totalmente desconocido. El descubrimiento en Tárrega de una série de cráneos y de mandíbulas va á permitirnos llenar esta laguna y establecer una comparación de los caracteres craneanos de los *Brachyodus* con los de otros géneros de la misma familia: *Ancodus, Anthracotherium,* y de las familias más próximas, los *Suidos* y los *Anoplotheridos.*

Forma general.—El cráneo de los *Brachyodus* de Tárrega es *medianamente alargado.* El alargamiento de la parte facial es mucho menos acentuado que en los *Ancodus* de Rognon y hasta un poco menos que en los *Sus* actuales. Se puede compararlo al de los *Anthracotheridos* y de los Suidos, Palœochœrus y Pecaris ó Dicotylos actuales. Los *Anoplotherium* tenían, por el contrario, un hocico más corto y más obtuso.

La región posterior presenta una *prolongación occipital* que rebasaba un poco la vertical de los cóndilos. Lo mismo pasa aproximadamente en los *Ancodus, Anthracotherium* y *Palœochœrus.* En los Suidos actuales (*Sus, Pacichœrus, Dicotylos)* el occipucio es mas largo y sobre todo más levantado, en forma de pirámide triangular. Por el contrario en los *Anoplotherium* el occipucio es corto, obtuso y apenas alcanza por detrás el nivel de los cóndilos occipitales.

El perfil craneano es dificil de apreciar con certidumbre en atención al aplasta-

miento de los cráneos de Tárrega. Se puede no obstante, deducir del examen de las diversas piezas que tengo á mano, que este perfil se levantaba regularmente en la región nasal para hincharse un poco en la parte frontal, como en los *Ancodus* y *Palœochœrus*, y elevarse enseguida lentamente hasta el occipital que es la pieza más elevada del cráneo. Este perfil difiere del del *Ancodus velannus*, no solamente por lo corto de la región *naso-maxilar*, sino también porque no baja la línea del perfil al nivel del occipital. En su conjunto, el perfil craneano del *Brachyodus* parece bastante semejante al de los *Palœochœrus* y los *Dicotylos*, salvo qne la región occipital es menos elevada y menos prolongada hácia atrás que en este último.

Cara superior.—Los huesos nasales son alargados, y forman al reunirse como en los *Pecaris* un saliente triangular terminado por una punta mediana. La separación de los dos huesos queda marcada por un surco bastante pronunciado. La punta de los nasales avanza solamente hasta el tercer incisivo: los intermaxilares pasan, pues, notablemente de los huesos de la nariz, como se observa en los *Dicotylos*.

En los *Ancodus* los huesos de la nariz no forman punta saliente, y su borde anterior *cóncavo* queda detrás del nivel del canino. De esto resulta que la abertura de las fosas nasales era más oblícua hácia atrás y menos alta que en los *Brachyodus*. En los *Palœochœrus* los huesos de la nariz no son libres por delante, y la abertura nasal es más avanzada y menos deprimida que en los *Ancodus*.

La escotadura lateral de la nariz era bastante profunda (2'50 centímetros); más profunda que en los *Suidos*: los huesos incisivos se ponían, como en estos últimos, en contacto directo con los nasales por una prolongación estrecha, mientras que esta conexión no existe en los *Ancodus*: resulta de aquí una diferencia importante entre los dos géneros.

En el *Anoplotherium*, al contrario, esta conexión existe, pero en una menor longitud que en los *Suidos*.

Por detrás los huesos nasales se prolongan entre los dos maxilares hasta la altura del borde anterior de la órbita, articulándose con los frontales según una línea sensiblemente transversa. Casi lo mismo sucede en los *Dicotylos* y en el *Anoplotherium*: mientras que en los *Sus* y en los *Palœochœrus* los huesos de la nariz se extienden menos por atrás. En cuanto á los *Ancodus*, los cráneos figurados por M. Filhol no presentan traza alguna de línea de sutura: los huesos de la nariz se extendían probablemente mucho menos hácia atrás que en el *Brachyodus*.

La frente es un poco abultada, de forma triangular, formándose el vértice posterior por el encuentro de las dos crestas temporales procedentes de la apofisis postorbital y convergiendo hácía atrás en una *cresta sagital* única, como en los *Ancodus*, *Palœochœrus* y *Dicotylos*. Un punto de semejanza muy curioso con los suidos vivientes y fósiles, consiste en presentar en la frente una doble gotera curva, cóncava hácia fuera, que comienza en el agujero superorbital y se

prolonga hasta el costado de la región nasal. Esta *gotera superorbital* falta en los *Ancodus* y *Anthracotherium*.

Las órbitas son anchamente abiertas hácia atrás, como en todos los Anthracotheridos, más que en los Suidos, donde la apófisis jugal es más saliente y tiende á cerrar la órbita por atrás.

La región parietal lleva una cresta sagital única y saliente, como en los *Ancodus, Palœochœrus* y *Dicotylos:* la cresta es doble en los *Sus* actuales y en los *Cheropotamus*.

Por detrás, al nivel del occipucio, la cresta sagital de los *Brachyodus* se bifurca casi á ángnlo recto para continuarse con las dos ramas de la *cresta occipital* que está escotada sobre la línea media formando un ancho seno. Casi lo mismo pasa en los *Palœochœrus*. En los *Dicotylos* las dos ramas de la cresta occipital divergen bajo un ángulo de 45° solamente. En los *Ancodus* la cresta es convexa hácia atrás en vez de ser cóncava, lo cual da á la extremidad posterior del cráneo una forma muy diferente de la del *Brachyodus*.

Cara inferior.—El paladar es alargado, estrecho y de bordes casi paralelos, como en los Suidos actuales. En los *Palœochœrus* la bóveda palatina se ensancha hácia atrás y toma una forma más triangular. El paladar del *Ancodus* es notable por lo muy alargado de la región anterior, que además presenta un notable estrechamiento al nivel del primer premolar.

En los *Brachyodus* de Tárrega la bóveda palatina está compuesta, por delante, por los intermaxilares sobre una longitud de 2 centímetros, ó sea, el sexto de la longitud total. Entre estos dos huesos se muestra un *agujero palatino anterior*, prolongado, que afecta muy poco al intervalo de los huesos maxilares: los *Ancodus* ofrecen una disposición análoga. El estado de conservación de las piezas no permite decir si este orificio palatino estaba dividido por una brida ósea longitudinal, como en los Suidos.

La bóveda palatina, ligeramente cóncava al nivel del agujero palatino anterior, es casi plana en el resto de su extensión. El orificio posterior de las fosas nasales se halla á dos centímetros detrás del nivel del último molar. Lo mismo pasa en los Suidos actuales y en el *Anthracotherium*. En los *Ancodus* y en los *Palœochœrus* este orificio está colocado más adelante, al nivel del borde posterior del último molar.

Las arcadas cigomáticas se insertan en el cráneo á la altura del intervalo entre el 1.° y el 2.° molar posterior: se dirigen hácia atrás quedando sensiblemente paralelas, limitando así una fosa temporal rectangular. Esta disposición paralela de las arcadas cigomáticas recuerda mucho la de los *Sus* actuales: difiere notablemente de la de los *Ancodus* donde las arcadas cigomáticas se juntan mucho más atras, despnés del último molar, son divergentes hácia atrás y limitan así una fosa temporal más corta y más redondeada. En los *Palœochœrus* y los *Dicotylos* su punto de inserción es casi el mismo que en el *Brachyodus:* pero se separan más de la pared craneana, y son divergentes hácia atrás.

La superficie glonoidal de la articulación temporo-maxilar es casi plana, de diámetro transverso un poco mayor que el diámetro antero-posterior, de forma redondeada por dentro y apuntada por fuera. Se parece á la de los *Ancodus* y *Anthracotherium,* y por el contrario, difiere mucho de la de los *Palœochœrus* que es más cóncava y rectangular. En los *Sus* la superficie glenoidal es plana, pero de forma elíptica transversa. En los *Dicotylos* está excavada en forma de silla cuyo gran diámetro es oblícuo respecto al eje del cráneo.

El estado de conservación de las piezas no permite el estudio de la *región esfeno-occipital.*

2.° *Mandíbula*

La mandíbula del Brachyodus es medianamente prolongada por delante, mucho menos que en los *Ancodus,* un poco menos que en los *Sus* actuales: casi del mismo modo que en los *Palœochœrus* y los *Dicotylos.* A semejanza de estos últimos, el perfil inferior de la símfisis se levanta rápidamente en vez de ser casi horizontal como en los *Ancodus.* La símfisis es larga, oblícua, y se extiende hasta la altura del intervalo entre el 1.° y el 2.° premolar. En los *Sus* y los *Palœochœrus* se extiende aún más atrás hasta el borde anterior del tercer premolar: en los *Ancodus* es horizontal, pero parece proporcionadamente más corta á causa del alargamiento extremo del hueso de la región de los premolares: sin embargo, en el *A. Aymardi* se extiende hasta el borde posterior del primer premolar.

La rama horizontal es relativamente alta, casi como en los *Palœochœrus* y los *Dicotylos*: es menos elevada en los *Sus,* y aún menos en los *Ancodus.*

El perfil inferior de la mandíbula presenta atrás un seno ancho y profundo á la altura de la base de la apófisis coronoide. Este seno va seguido de un descenso bastante pronunciado de la región angular, que describe una curva redondeada. La mandíbula de los *Ancodus* no difiere bajo este punto de vista de la de los *Brachyodus* sino por el descenso aún mayor de este saliente angular, lo cual hace parecer el seno aún más profundo. El seno y la apófisis angular son apenas indicados en los *Palœochœrus* y los *Sus* actuales. Al contrario, en los *Dicotylos* el seno es muy profundo, pero radica más adelante á la altura de los dos últimos molares.

La apófisis coronoide nace inmediatamente detrás del último molar, haciendo con la rama horizontal un ángulo ligeramente obtuso. El borde anterior de esta apófisis es un poco más oblícua hácia atrás en los *Ancodus* y más aún en los *Sus* actuales.

El borde posterior de la mandíbula se levanta á partir del ángulo, en una línea casi regular, un poco inclinada hácia adelante hasta el cóndilo, por debajo del cual se observa un seno muy poco profundo. Este borde es casi vertical en los *Ancodus* y no se enlaza insensiblemente con la protuberancia de la región angular, de la cual se separa por una escotadura bastante pronunciada. Los

Palæochœrus se parecen en extremo á los *Brachyodus*, sólo que el ángulo de la mandíbula es un poco menos saliente hácia atrás. En los *Dicotylos* este borde posterior es convexo hácia atrás en toda su altura.

3.° *Comparación de los caracteres craneanos*

Será interesante resumir los caracteres diferenciales del cráneo del *Brachyodus*, comparándolos sucesivamente con los del *Ancodus*, del *Antrachotherium*, del *Sus* actual y fósil, y del *Anoplotherium*.

I. Comparación con el Ancodus.—El cráneo de los *Brachyodus* difiere del de los *Ancodus* de Ronzon mucho más de lo que deja suponer la gran afinidad de los caracteres dentarios.

El cráneo de los *Ancodus*, bien figurado por Filhol (1), es mucho más alargado en su región anterior, y también más deprimido en su región nasal, cuyo orificio anterior mira hácia arriba en lugar de estar dirigido hácia delante: los huesos nasales del *Ancodus* no forman adelante una punta libre, y la escotadura lateral de la nariz, por lo tanto, no existe: además no hay conexión alguna entre los huesos nasales y los intermaxilares.

La región frontal no presenta en los *Ancodus* la profunda gotera supra-orbital tan notable de los *Brachyodus*.

Las arcadas cigomáticas se implantan mucho más atrás en los *Ancodus* y son divergentes en vez de ser de bordes paralelos: resulta de aquí que la fosa temporal, vista por encima, es bastante más corta y de forma redondeada en vez de ser cuadrangular.

En la región occipital la cresta sagital desciende un poco hácia atrás en el *Ancodus*, y se levanta hasta el occipucio en el *Brachyodus*.

El borde posterior del cráneo formado por la cresta occipital es muy diferente: convexo por atrás en el *Ancodus*, anchamente escotado en la línea media en el *Brachyodus*.

En la cara inferior, la región palatina anterior es en el *Ancodus* mucho más alargada y más estrecha, con una angostura al nivel del primer premolar, mientras que es de bordes casi paralelos en los *Brachyodus*.

La sutura posterior de las fosas nasales se inserta más adelante en el *Ancodus*.

En la mandíbula, la región de la símfisis es deprimida en el *Ancodus* y su perfil inferior es casi horizontal en lugar de levantarse: en fin, la región angular presenta por debajo, una apófisis redondeada más saliente que en los *Brachyodus* y no se une insensiblemente por arriba con el borde posterior de la rama ascendente.

A pesar de estas diferencias importantes, se puede, si se hace abstracción de

(1) Filhol. Ann Sc. géol. 1881. f. 12.

las que son consecuencia del notable alargamiento del hocico en el *Ancodus*, notar entre la estructura de este último y la del *Brachyodus* un crecido número de puntos comunes; 1.º en la *forma general del perfil craneano*: frente ligeramente abultada, cresta sagital única, occipucio rebosando los cóndilos por atrás; 2.º en la *estructura de conjunto de la región palatina:* disposición del orificio palatino anterior, forma de la cavidad glenoide de la articulación temporo-maxilar. 3.º en la *forma de la mandíbula*: borde inferior sinuoso por atrás con región angular ampliamente redondeada y saliente por debajo. La separación genérica de estos animales no deja de quedar muy acusada por los solos caracteres osteológicos del cráneo.

2. Comparación con los Anthracotherium.—El cráneo de las Anthracotherium es aun muy mal conocido: no se posee apenas sino el perfil, en gran parte teórico, dado por Kowalevosky (1) del *A. magnum* de Rochette, y la cara inferior del cráneo del pequeño *A. dalmantinum* V. Meyer (2) del Eoceno superior de Dalmacia.

Si admitiésemos el primero de estos documentos, existirían bastante grandes analogías con el *Brachyodus,* en el perfil del cráneo un poco alargado en la parte facial, levantándose regularmente por atrás hasta el occipucio que rebasa los cóndilos, en la presencia de una cresta sagital única, de órbitas anchamente abiertas por atrás.

El cráneo del *A. dalmantinum,* tipo más primitivo, nos muestra además semejanzas notables en la disposición de las arcadas cigomáticas, implantándose, como en el Brachyodus al nivel del borde anterior del último molar, con dirección casi paralela y encuadrando una fosa temporal rectangular; en la posición rezagada de la órbita posterior de las fosas nasales; en fin, en la forma de la cavidad glenoide temporo-maxilar, que es casi plana, piriforme y de diámetro mayor transversal.

Las principales diferencias entre el *Brachyodus* y el *Anthracotherium* versan sobre la forma del hocico que es hinchado y como dilatado en este último en ambas mandíbulas por efecto de la forma notable de los incisivos y del canino. Este abultamiento del hocico es sobre todo pronunciado en las grandes especies de *Anthracotherium.*

Es necesario además señalar la ausencia de gotera supraorbital en el *Anthracotherium.*

En fin, la mandíbula es bastante diferente por su rama horizontal más alargada y más baja con un borde inferior casi rectilíneo desprovisto del seno y de la protuberancia del ángulo mandibular que caracteriza al *Brachyodus.*

Estos dos últimos caracteres indican una separación genérica incontestable por los solos caracteres craneanos.

---

(1) Kowalewsky. Palœontographica. T. 22. 1874.

(2) V. Meyer. Palœontographica. T. IV. 1856.

3. Comparación con los Suidos (Palœochœrus, Sus, Dicotylos).—Uno de los puntos más interesantes que nos revela el estudio del cráneo del *Brachyodus* se encuentra en las analogías de estructura inesperadas con el cráneo de los Suidos: las afinidades no versan solamente sobre la forma general del cráneo con su hocico alargado, su perfil regularmente ascendente aunque con pendiente menos rápida, su cresta sagital única, su paladar estrecho y de bordes casi paralelos. Pero por fuera de estas relaciones un poco generales, se descubren detalles de estructura comunes muy curiosos. Los huesos nasales forman por delante una punta triangular libre con una ancha escotadura lateral: la región frontal lleva una ancha y doble gotera supraorbital, que falta en los otros géneros de la familia de los *Anthracotheridos:* la cresta occipital presenta un seno mediano muy pronunciado, menos agudo, ciertamente, que en los *Dicotylos,* pero enteramente parecido al de los *Palœochœrus:* las arcadas cigomáticas son poco separadas del cráneo, subparalelas, rodeando una fosa temporal cuadrangular. En la mandíbula, el perfil inferior se levanta bastante bruscamente á partir de la símfisis, como en los *Sus* y en los *Dicotylos*. Por atrás, este borde presenta como en estos últimos un profundo seno seguido de una apófisis redondeada de la región angular.

Estas semejanzas son demasiado numerosas y demasiado precisas para poder ser explicadas por simples caracteres de adaptación comunes; y yo estoy dispuesto á ver en ellos la traza de *lazos ancestrales* muy antiguos entre la familia de los *Anthracotheridos* y la de los *Suidos*. El *Brachyodus* por un lado y el *Dicotylo* actual por otro, nos hubiera conservado, mejor que los otros tipos, una parte por lo menos de los caracteres primitivos del grupo de animales del Eoceno antiguo, que diera nacimiento á estas dos familias.

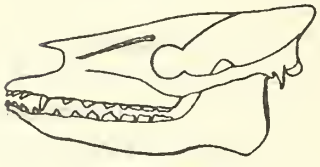
4. Comparación con los Anoplotheridos.—El cráneo del *Anoplotherium commune* nos es bastante bien conocido por la pieza tipo del yeso de París figurada por Cuvier y De Blainville, y cuyo vaciado figura en casi todas las colecciones. Las diferencias con el cráneo de los *Brachyodus* son muy grandes. El cráneo del *Anoplotherio* es menos adelgazado por delante, siendo el hocico más fuerte y más obtuso: los huesos de la nariz no hacen más que un saliente insignificante por encima de la abertura nasal: el perfil superior de la cabeza es más recto y más horizontal: no existe gotera supra-orbital: el occipucio es menos prolongado y apenas rebasa los cóndilos. La cara inferior del cráneo es poco conocida: se puede notar, sin embargo, en el *Anoplotherium* el enorme desarrollo de la apófisis stiloide, muy separada del cóndilo occipital. La mandíbula es más alargada, de borde inferior casi rectilíneo, casi sin indicio del seno posterior tan notable del *Brachyodus*: la región angular es anchamente redondeada y saliente como en este último, pero no está tan rebajada.

Los pocos rasgos de semejanza que se puede notar entre el *Anoplotherium* y el *Brachyodus,* conexión de los nasales con los intermaxilares, dilatación redondeada del ángulo de la mandíbula, son *caracteres primitivos* comunes á todos los ungulados antiguos, y no implican ninguna relación de parentesco inmediato

entre los dos grupos á pesar de las afinidades muy curiosas en el tipo de estructura de los molares.

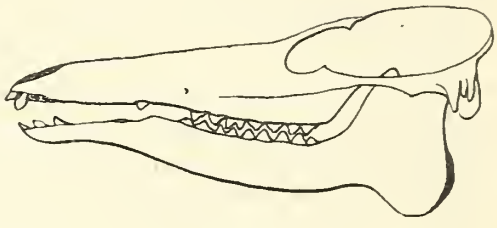
Me ha parecido interesante dar aquí el croquis restaurado del perfil craneano de los *Brachyodus* comparado con el mismo perfil en los diversos tipos de ungulados fósiles con los cuales acabo de compararlo.

Fig. 1.



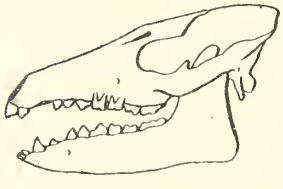
Brachyodus

Fig. 2.



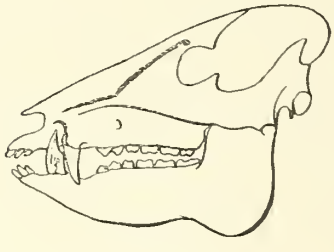
Ancodus

Fig. 3.



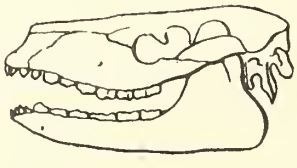
Palœchœrus

Fig. 4.



Dicotyles

Fig. 5.



Anoplotherium

4.º Dentición

El sistema dentario de los Brachyodus es completo: la fórmula dentaria comprende 3 incisivos, 1 canino, 4 premolares y 3 molares en cada mandíbula.

Dentición superior

Incisivos.—Los incisivos, en número de 3 á cada lado, existen en el cráneo fig. 1 lám. 4.ª. No están representados sino por los alveolos en el cráneo de la

lám. 1. Estos dientes están dispuestos en una curva ojival alargada, como en los *Sus, Palœochœrus* y *Ancodus*. En el *Anoplotherium magnum* la curva en cuestión es menos alargada y se aproxima á una semi-circunferencia.

La forma de estos incisivos es igualmente muy diferente de la de los *Anthracotherium* y se aproxima á la de los *Ancodus* y de los Suidos, pero más especialmente á la del *Palœochœrus*.

El primer incisivo es el más fuerte. Su corona, gastada aquí por el uso, es alargada de delante atrás, con una sección ovoide triangular, de vértice posterior. Existe atrás un reborde basilar bien destacado y contínuo. Este diente es menos fuerte que en el *Palœochœrus Waterhousi*. En el *Anthracotherium magnum,* el primer incisivo es, lo mismo que en los dos siguientes, un grueso diente triangular de punta mediana alargada, de aspecto carnícero. En los *Ancodus* este mismo diente es triangular, menos extendido de delante atrás que en el *Brachyodus*.

El segundo incisivo es triangular, comprimido, próxima su punta al borde anterior. Esta punta se prolonga por delante, y sobre todo por atrás, en una arista cortante ligeramente dentellada en el borde posterior. El reborde basilar está bien desarrollado por atrás.

El tercer incisivo es casi semejante al precedente, pero algo más pequeño y de base menos alargada.

Los dos últimos incisivos recuerdan mucho los de los *Ancodus* y *Palœochœrus,* y también los del pequeño *Anthracotherium dalmatinum*.

Canino.—El canino está colocado á 7 mm. detrás del tercer incisivo. Hay, pues, una *primera pequeña barra* entre los incisivos y el canino, como en los *Sus,* los *Dicotylos* y los *Anthracotherium:* esta barra falta en los *Palœochœrus:* es por el contrario mucho más larga en el *Ancodus leptorhynchus,* mientras que es casi nula en el *Ancodus velaunus*.

He observado en las dimensiones del canino de los *Brachyodus* de Tárrega diferencias considerables, que yo atribuyo al sexo: así en el cráneo lám. 2.ª, la corona de este diente es fuerte, cónica, ligeramente curvada, con una longitud de cerca 2 cm. hasta el borde anterior, y una raiz muy fuerte acusada por un abultamiento del maxilar: viene á ser un pequeño colmillo saliente análogo al del *Ancodus leptorhynchus* (macho del *A. Aymardi,* según Filhol).

Al contrario, en el cráneo fig. 1 lám. 4.ª, este canino, auuque algo roto en la punta, era ciertamente bastante pequeño, y debía pertenecer á una hembra: el diámetro de la corona es sólo de 6 mm. mientras que en el macho es de 1 cm.

El canino, ya separado de los incisivos por una corta barra, va seguido de una *segunda barra* más importante, de 12 mm. de longitud, que lo separa del primer premolar. Una barra análoga, pero mucho más larga, existe en los *Ancodus* y en los Suidos actuales. Esta barra es casi nula en los *Anthracotherium magnum* y *dalmatinum,* y falta por completo en los *Palœochœrus*.

Premolares.—Los premolares superiores, en número de 4, parecen presen-

tarse normalmente en série discontínua, por lo menos para los dos primeros: existe efectivamente en el cráneo macho (lám. 2.ª) y en otros cráneos que he visto en Tárrega un pequeño intervalo de 3 ó 4 mm. entre p^1 y p^2, y también entre p^2 y p^3: pero esta disposición parece un poco variable: sobre el cráneo hembra (lám. 1.ª) el intervalo entre p^1 y p^2 existe solo, mientras que p^2 está tocando á p^3. En el cráneo fig. 1 lám. 4.ª, los premolares hasta parecen formar una série contínua, pero un poco dislocada en este punto.

Esta variabilidad en la separación de los premolares se vuelve á encontrar en los *Ancodus* de Ronzon. En el *A. Aymardi* p^1 y p^2 están uno y otros aislados por una barra, mientras que en el *A. leptorhynchus* (macho del precedente) p^1 suele estar separado de la série de los 3 otros premolares. Lo mismo pasa en el *A. velannus*.

En los *Anthracotherium* p^1 es el único que está separado, y aún muy debilmente, de p^2.

En los Suidos los premolares superiores están en série contínua: p^1 falta en los *Dicotylos*.

Bajo el punto de vista de la estructura en los *Brachyodus Cluai*, p^1 es de dos raíces, con corona unicuspide comprimida y sin talón: p^2 es de la misma forma, pero mayor, y un poco más alargado por su borde posterior: p^3 es de tres raíces, lleva una corona alargada con una gruesa punta externa, un doble talón anterior y posterior, y un talón ó punta postero-interna que se presenta como un ensanche del reborde basilar: este reborde es grueso y contínuo por dentro, delgado é interrumpido por fuera: p^4 es más corto que p^3 y lleva sólo dos raíces: su corona es de dos puntas, la externa más elevada y con tendencia *crescentoide*, la interna casi cónica. Un reborde basilar, más grueso por dentro y sobre todo por atrás, rodea la corona, que es casi idéntica á una mitad posterior de un molar.

Molares.—Los tres molares están construídos según el tipo habitual de los *Anthraçotheridos:* cinco dentículos, de los cuales hay tres en el lóbulo anterior. La corona es de forma sub-cuadrática, un poco más extensa en el sentido transversal que en el longitudinal, y al mismo tiempo un poco más estrechada por dentro que por fuera, de donde resulta una tendencia trapeciforme. Se separan un poco bajo este punto de vista de las otras especies de *Brachyodus*, tales como *B. onoideus, borbonicus, porcinus,* cuyos molares son más cuadrados, casi tan largos como anchos, y menos angostos del lado interno. Tienden también á asemejarse un poco á los molares de los *Dacrytherium* de los cuales, por lo demás, se separan por otros caracteres.

Los dos dentículos externos son claramente *crescentoides,* con muralla interna ataluzada según el modo habitual de los *Brachyodus* y de los *Ancodus:* este talud determina entre los dos dentículos una columnita mediana (mesostilo) ancha y obtusa: el mesostilo es, sin embargo, en el *B. Cluai* un poco más angosto que en el *B. porcinus,* menos con todo, que en el *Dacrytherium* y en los *Anoplotheridos* en general.

La costilla mediana de cada dentículo externo es más acusada del lado externo que en los otros *Brachyodus* y que en los *Ancodus,* lo cual denota una ligera tendencia hácia el tipo más *bunodonte* de los *Anthracotherium.*

Los dos dentículos internos son, como en todos los *Brachyodus* un poco menos *crescentiformes* que los externos, y la parte mediana del dentículo se destaca mejor en una pirámide de tres caras. El dentículo intermedio del lóbulo anterior es más pequeño que el dentículo interno, pero de la misma forma.

La base de la corona está rodeada de un reborde basilar más delgado y menos contínuo que en los *B. porcinus,* y sobre todo que en el *B. onoideus:* está casi borrado al nivel del dentículo antero-interno. A esta diferencia de espesor del reborde basilar se debe principalmente que los dientes del *B. Cluai* tengan un aspecto menos cuadrático que los de los otros *Brachyodus.*

En el ángulo antero-externo el reborde basilar se engruesa y se destaca en un *parastilo* muy fuerte, crescentoide, que se encuentra en todos los *Brachyodus* y *Ancodus* y más aún en los *Dacrytherium,* mientras que es mucho más atenuado en los *Antracotherium.* El ángulo postero-externo posee un ensanchamiento análogo, pero no tan fuerte y menos pronunciado.

Dentición inferior

Incisivos.—Los tres incisivos no se conservan más que en la mandíbula hembra (fig. 2 lám. 1). Están dispuestos en curva ojival como en los *Ancodus.* Constituyen una série casi cerrada, mientras que en estos últimos están bastante separados, y que, por el contrario, están muy apretados en los *Sus, Dicotylos* y *Palœochœrus.* Estos tres dientes son casi iguales, pero el segundo es un poco más robusto que los otros dos. En los *Ancodus* los incisivos aumentan de tamaño de adelante atrás, mientras que en los *Sus* y los *Dicotylos* el tercero es muy reducido respecto de los otros dos.

El primero es estrecho y alargado, de bordes casi paralelos, ligeramente proclive, como en los Suidos. El segundo es más fuerte y tiene una corona aún alargada pero ya subtriangular por efecto de la presencia de un pequeño talón posterior. El tercero es más corto, dilatado con una cara externa convexa y una cara interna cóncava dividida en dos por un surco vertical, lo cual recuerda los *Doliochœrus.*

En su conjunto los incisivos de los *Brachyodus* recuerdan mucho los de los Suidos, sobre todo del *Palœochœrus,* y difieren á la vez de los incisivos cortos triangulares y dilatados de los *Ancodus* y de los grandes incisivos alargados y caniniformes de los *Anthracotherium.*

Caninos.—El solo canino que conozco es también el de la hembra figurada (lám. 1 fig. 2): está situada solamente á 2 ó 3 mm. detrás del tercer incisivo. La corona es pequeña, lo cual depende en parte del sexo: pero es probable que, aún en los machos, no estaba tan desarrollado como el canino superior. Este diente

corto, triangular, presenta una cara externa convexa y una cara interna cóncava, dividida en dos por una costilla vertical; recuerda, pues, mucho el canino de los *Ancodus* pero con una extensión menor de delante á atrás.

Después del canino viene una *barra* de 13 mm. en la hembra ya citada; de 2 cm. en el robusto macho (lám. 3 fig. 2).

Premolares.—Los premolares en número de 4 son en série discontínua: el primero y el segundo están aislados, mientras que el tercero y el cuarto forman série contínua con los molares. Esta disposición es la misma del *Anthracotherium magnum* y de los *Sus* actuales. En los *Ancodus* el primer premolar es el único separado de los otros, hasta más que en los *Brachyodus,* pero el segundo es casi contiguo al tercero. En los *Palæochœrus* la série está más cerrada, hallándose sólo el primer premolar separado por un pequeño intervalo del canino y del segundo premolar á la vez. En los *Dicotylos* no hay más que tres premolares en série contínua con los molares.

Bajo el punto de vista de la estructura, p^1 es pequeño, de una raiz, de corona muy comprimida, con punta triangular roma; p^2 es más fuerte y tiene dos raíces, de corona comprimida triangular, con una cara interna cóncava partida por una arista mediana, y un reborde basilar bastante grueso por dentro; p^3 se parece al precedente, pero la corona es más alargada por efecto de la presencia de un talón posterior; p^4 es aún más fuerte, y por atrás se abulta en forma de un verdadero talón: al mismo tiempo se forma á expensas del reborde interno una punta baja pero bastante aguda que se adosa á la cara interna de la punta principal, casi del mismo modo que en las muelas carniceras de los Cánidos.

Todos estos premolares se parecen á los de los Ancodus, salvo ser menos alta la corona: difieren mucho de los del *Anthracotherium* que son mucho menos comprimidos á través y tienen bastante menos cónica la punta principal.

Molares.—Los tres molares son constituídos sobre el tipo ordinario de los *Anthracotheridos,* es decir, con dos lóbulos de dos dentículos cada uno: los dentículos internos en forma de pirámide triangular; los externos en forma semilunar muy cerrada. En el lóbulo anterior las dos ramas de la media luna vienen á juntarse dando vuelta al vértice del dentículo interno, lo cual determina una depresión triangular cerrada: en el lóbulo posterior la rama anterior de la media luna queda libre y viene á terminarse cerca de la base del dentículo antero-interno: el valle de este lóbulo queda así abierto por dentro.

El tercer molar difiere de los precedentes por la presencia de un tercer lóbulo bien desarrollado, formado de una sola punta externa crescentiforme, cuyas dos ramas se cierran por fuera sobre sí mismas sin terminar en una punta interna: se forma de este modo en el centro de este talón una cúpula ovalar cerrada.

El tipo de estructura de estos molares no está muy lejos del de los *Ancodus:* sin embargo, en estos últimos además de ser mucho más altos los dentículos, los dos lóbulos de la corona son mucho más comprimidos; de modo que, los dentícu-

los internos dibujan una V mucho más aguda y el valle que separa los dos lóbulos es más ancho y más abierto.

En los *Anthracotherium* los dentículos son casi de la misma altura que en los *Brachyodus,* pero los internos son más cónicos, los externos menos crescentoides con dos ramas en V más anchamente abierta: la rama anterior de esta media luna en el segundo lóbulo se une al dentículo interior del primer lóbulo de modo que el valle transverso es completamente cerrado. En fin, el talón de m^3 tiene una estructura distinta: comprende, además del dentículo externo crescentoide, un grueso dentículo interno que falta en los *Brachyodus* y en los *Ancodus.*

Dentición de leche.—Una parte de rama izquierda de mandíbula me ha permitido estudiar los dos últimos molares de leche seguidos del primer molar.

El segundo molar de leche es largo y comprende dos lóbulos bien separados: un primer lóbulo con una punta anterior baja y una punta principal triangular aguda: un segundo lóbulo con una punta externa más baja que la del primer lóbulo, y una punta interna destacada del reborde como en el cuarto premolar.

El tercer molar de leche es de tres lóbulos cuya longitud crece de delante atrás, y tienen cada uno la estructura de un medio molar.

En los *Anthracotherium* el segundo molar de leche es mucho más corto por efecto del débil desarrollo del segundo lóbulo: el tercero está compuesto de tres lóbulos, de dos dentículos con valles transversos casi del todo abiertos.

Esmalte de los molares.—Un carácter general de los molares de los *Brachyodus* reside en su esmalte granugiento presentando estrías verticales irregulares. Este estriado, que alcanza su máximo de intensidad en el *B. onoïdeus* del Orleanés, es por el contrario, muy poco acusado en el *Ancodus,* en cuyos molares el esmalte parece más liso y como brillante. En los *Anthracotherium* el estriado del esmalte es muy acusado, pero es más grosero que en los *Brachyodus.*

El reborde basilar está moderadamente desarrollado en el *B. Cluaï:* rodea la base de los premolares y de los molares en ambas mandíbulas, borrándose sólo un poco al nivel de la base de los dentículos, y reforzándose al nivel de los valles.

3.º RELACIONES Y FILIACIÓN

No es dudosa la atribución del animal de Tárrega á la familia de los *Anthracotheridos* y al género *Brachyodus* caracterizado por dentículos poco elevados (tipo *brachyodonte* y al mismo tiempo *crescentiformes.*

Los otros dos géneros principales de la familia, los *Ancodus* ó *Hyopotamus* y los *Anthracotherium,* se separan de él, los primeros por sus molares de dentículos elevados (tipo *hypsodonte*) de esmalte casi liso, de media luna más cerrada en V; los segundos por molares de dentículos aún más bajos pero mucho más cónicos (tipo *bunodonte*) de estructura crescentoide poco acusada.

Yo me limito á indicar aqui estos caracteres esenciales, habiendo anteriormente hecho resaltar las diferencias fundamentales que existen entre estos tres géneros tanto en los caracteres osteológicos del cráneo como en la estructura dentaria.

En 1895 he creado el género *Brachyodus* para una gran especie (de la talla del *Anthracotherium magnum*) del tramo *burdigalense* del Orleanés y de Austria, que es el *B. onoideus* sp. Gervais. Más tarde he tenido ocasión de agregar á este género un cierto número de pequeñas formas oligocenas designadas hasta ahora generalmente como *Hyopotamus* Owen ó *Ancodus* Pomel: tales son el *B. borbonicus* sp. Gervais, del Bourbonés, el *B. porcinus* sp. Gervais, de Digoin, del Pyrimont, de los Bajos Alpes, de St.-Henri y de la isla de Wight.

Comparado con estas formas oligocenas y más especialmente con el *B. porcinus,* que es casi de la talla de los más robustos *Brachyodus* de Tárrega, el *B. Cluai* muestra con una concordancia bastante completa de los caracteres dentarios, algunos rasgos distintivos que podrán parecer poco importantes, pero que no dejan de tener un gran valor para establecer la genealogía de los *Brachyodus* y sus relaciones de parentesco con los géneros próximos.

1.° Los dentículos externos de los molares superiores han conservado una forma un poco más cónica, un poco menos comprimida en media luna qne en el *B. porcinus.* Este caracter se traduce en particular por la presencia hácia el medio de la muralla externa de estos dentículos, de una costilla vertical bastante recia que existe, pero muy atenuada y poco saliente, en los otros *Brachyodus.* Resulta también de esta estructura que la muralla externa de estos molares parece menos ataluzada por dentro que en el *B. porcinus,* y sobre todo, que en los *Ancodus.*

Bajo este punto de vista el *B. Cluai* representa un estado intermediario entre el grupo de los *Brachyodus* y el de los *Anthracotherium,* sin dejar de quedar bastante lejos de estos últimos.

El *Parastilo* (dentículo del ángulo antero-externo) de los molares superiores del *B. Cluai* es más robusto y más saliente que en los otros *Brachyodus.* De esto resulta que los molares son un poco más dilatados en el borde externo que en el interno, lo cual les hace parecer un poco subtriangulares, mientras que los del *B. porcinus* y del *B. borbonicus* son casi de forma cuadrada, no rebasando el parastilo sino muy poco el borde anterior del diente.

El gran desarrollo del parastilo en el *B. Cluai* recuerda bastante bien la estructura de los molares del género *Dacrytherium* Owen que ha sido quizás mal clasificado entre los *Anoplotheridos* y podría muy bien tener relaciones bastante íntimas con el grupo de los *Antrhacotheridos.* En el *D. ovinum* del Ludiense superior del Enzel (Gard), del cual tengo á mi disposición bellas séries dentarias, la tendencia de los molares á la forma triangular es aún más exagerada que en el *B. Cluai,* porque este animal está desprovisto del reborde basilar que en los *Brachyodus* contribuye mucho á escuadrar por dentro la corona de los molares.

El *B. Cluai* muestra, pues, una tendencia á aproximarse al tipo de los molares del género *Dacrytherium,* pero queda más próximo á los *Brachyodus.*

En el estado actual de nuestros conocimientos, la filiación de la rama *Brachyodus* me parece poder trazarse en el orden ascendente que sigue:

1.° Mioceno inferior *(Burdigalense).—Brachyodus onoideus* sp. Gervais, de las arenas del Orleanés, de Eggenburg en Austria, del Muschelsandstein de Brüttelen en Suiza: es la especie más reciente y la mayor del género: m^2 superior mide 4 cm. en el borde externo.

2.° Oligoceno superior *(Aquitánico).—Brachyodus borbonicus* sp. Gervais. Por ahora nos falta el predecesor inmediato del *B. onoideus* en el horizonte de Saint-Géraud-le-Pui: pero Gervais ha hecho conocer bajo el nombre de *Hyopotamus borbonicus* (Zool. et Paleon. fr. lám. 26 fig. 11) un verdadero *Brachyodus* de las capas margosas de Saint-Pourçain-sur-Bébre (Borbonés) que son muy poco inferiores á las capas calizas de Claveroche y de Saint-Géraud, y pertenecen sin duda al Aquitanico inferior. En esta especie, cuya talla es ya muy inferior á la del *B. onoideus,* m^2 superior mide 21 mm. en el borde externo.

Tengo descrito un *Brachyodus* del Aquitanico inferior de Pyrimont-Challonges (Savon), que es muy próximo al *B. borbonicus,* pero un poco más pequeño, m^2 inferior mide 2 cm. de longitud. Se puede inscribirle bajo el nombre de *B. borbonicus*, var. Minor. (Mem. soc. paleont. Suisse, 1902. Lám. V fig. 14).

3.° Oligoceno medio *(Estampiense).*—1. *Brachyodus borbonicus* sp. Gervais. Esta especie existe bastante comunmente en las arcillas estampienses superiores de Saint-Henri, cerca de Marsella, donde P. Gervais la ha señalado bajo el nombre de *Hyopotamus borbonicus* (Zool. et paléont. génér. lám. 26 fig. 11): las dimensiones de la mandíbula figurada por Gervais son casi las mismas que las del individuo tipo de Saint-Pourçain (m^2 inferior mide 21 mm.).

2. *Brachyodus porcinus* sp. Gervais. Procedente de las arcillas estampienses de Digoin (Saona y Loire) ha descrito Gervais (Zool. et pal. fr. pág. 192, lám. 34 fig. 9), bajo el nombre de *Hyopotamus porcinus* un *Brachyodus* sensiblemente más pequeño que el *B. borbonicus* y pudiendo ser considerado como su precursor directo: m^2 superior mide 15 mm. en el borde externo.

Llevo descrito (Mem. Soc. pal. Suisse, 1902, fig. 3 en el texto), procedente del estampiense de Cereste (Bajos-Alpes), un *B. porcinus* apenas un poco más grande que el tipo de Digoin: m^2 superior mide 16 mm. en el borde externo, lo cual acusa una diferencia de valor individual.

4.° Oligoceno inferior *(Sannuasense).*—1. *Brachyodus porcinus* sp. Gervais. Hay en el oligoceno inferior de la isla de Wight (Hempstead beds) un *Bra-*

chyodus de talla intermedia entre el *B. borbonicus* y el *B. porcinus* (m^2 superior mide 18 mm.): M. Lydekker lo atribuye (Catal. fossil. Brit. Mus. part. III. p. 229, fig. 31), y creo que con razón, á la última de estas especies; y se puede con toda probabilidad considerar este animal como el tronco ancestral de los *Brachyodus* estampienses y aquitánicos.

2. *Brachyodus Cluai* Depéret. El *Brachyodus* de Tárrega que pertenece al Sannuasense superior, es de la talla del *B. porcinus* de Cereste (m^2 superior mide 16 $^1/_2$ mm.): pero según he dicho ya en esta Memoria, tiene caracteres algo particulares, como son, la forma sub-triangular de los molares superiores y la estructura más bunodonte de los denticulos externos de estos molares, que me parece que separan esta forma de la filiación directa de los *Brachyodus,* de la cual representa sin duda una rama lateral destacada de este género en la época Eocena y demostrando algunas afinidades con el grupo de los *Anthracotherium.*

5.° Eoceno superior. (*Ludiense).*—La única forma conocida hasta hoy del tramo Ludiense es el *B. crispus* sp. Gervais del Ludiense superior de Gargás (Zool. et pal. fr. lám. 12 fig. 7), referido equivocadamente por este paleontólogo al género *Xiphodon.* La talla de esta especie es sensiblemente inferior á la de los *Brachyodus* oligocenos (m^2 superior mide 13 mm.) á los cuales se refiere bien por el conjunto de su estructura dentaria. La pieza tipo está desgraciadamente perdida, y ningún otro fragmento de este animal interesante ha podido ser encontrado en el yacimiento de Gargás.

El Ludiense inferior (nivel de Euzet-les-Bains y de Hordwell) no ha dado hasta ahora ninguna forma del grupo de los *Brachyodus.*

6.° Eoceno medio. (*Bartoniense*).—Las faunas bartonienses de Robiac (Gard) y de Mormont (Suiza) han suministrado abundantes restos de un Anthracotheroide de molares muy bajos, más bajos todavía que en los *Brachyodus* oligocenos, y difiriendo además por sus *premolares más alargados y en serie continua.* Pictet ha designado esta forma bajo el nombre de *Hyopotamus Gresslyi* Rütimeyer (Mém. Soc. l. Animaux vertébrés du Canton de Vaud Supplem. lám. 24 fig. 8-13). Este nombre específico no puede ser conservado, porque V. Meyer lo había aplicado (*Tapinodon Gressleyi* in Bronn Lethœa. lám. 52 fig. 5) á un último molar inferior gastado de un animal muy diferente y cuyo tipo está perdido. Como no se trata de un *Hyopotamus,* me inclino á proponer para esta especie bartoniense el nombre nuevo de *Catodus robiacensis* que indica el rebajado notable de la corona. Abrigo la idea de que este género *Catodus* se coloca en la filiación ancestral directa del *Brachyodus;* pero es preciso para una demostración más positiva esperar á que se llene la laguna que en el Ludiense inferior impide la unión completa de estos dos géneros.

7.° Eoceno medio. (*Luteciense*).—Rutimeyer ha descrito del *siderolitico* de

Egerkingen una forma muy cercana al animal bartoniense de Mormont, pero más pequeño: le designa con el nombre de *Hyopotamus Gresslyi* Rutim (Eoc. Saügeth v. Egerkingen 1892. lám. IV fig. 1), pero asociando desgraciadamente bajo él mismo nombre, restos de *Dacrytherium*. Esta especie de Egerkingen la he encontrado en el Siderolítico de Lissién, cerca de Lyon, y propongo designar esta forma bajo el nombre de *Catodus Rutimeyer*. nov. sp.

Más allá del Luteciense, no podemos, por falta de documentos, seguir la rama ancestral de los *Brachyodus-Catodus*, y no podemos decir por ahora en que comarca puede esperarse descubrirla algún día dentro del Eoceno inferior.

Pero poseemos ya del Luteciense superior al Burdigaliense una rama filética casi contínua desde el *Catodus Rutimeyer* al *Brachyodus onoideus*. Es ésta tal vez la rama más larga de todas las que se pueden trazar en el día de hoy, en la historia de los *Mamíferos terciarios*.

2.º Roedores.

Familia de los *Theridomyidos*

Género *Theridomys* Jourdan.

Theridomys siderolithicus Pictet.

Raza *major* n.

Lám. 4.ª fig. 6. 6.ª

Sinonimia.—*T. siderolithicus* Pictet. *Vertébrés du Canton de Vaud* pág. 81 lám. VI. fig. 11. 12.—Supl. p. 130, lám. XIV fig. 4.
T. Vaillanti Gervais. Zool. et paleont. fr. p. 33, lám. 44 fig. 27. 28 y lám. 46 fig. 10.

Descripción.—Este roedor protragomorfo está representado en Tárrega por un cráneo aplastado visto por la cara palatina.

No se puede estudiar sobre esta pieza la osteología del cráneo; sin embargo, se puede notar en el lado izquierdo, que la arcada zigomática se inserta delante de la série de los molares, y acaso á la altura de la raiz de estos dientes: esta disposición se vé en todos los Roedores del terciario antiguo

De los dientes anteriores no se puede observar más que un solo incisivo tendido de costado y visto por su cara lateral externa. Es muy encorvado y fuertemente comprimido á través.

Los molares son en número de 4 (1 P. y 3 M.) in situ en el lado derecho,

pero tendidos de costado y vistos por el lado interno. Los dos últimos sólo existen en el lado izquierdo y son visibles por su corona.

Fig. 6.

Los molares van decreciendo de delante atrás: el *premolar* es un poco menos robusto que el *primer molar.*

La estructura de estos dientes es la de los *Theridomys,* género que se extiende desde el Eoceno superior hasta el fin del Oligoceno. La corona es de forma cuadrada, de superficie un poco excavada en el centro y saliente por los dos bordes: lleva en el lado interno un solo repliegue de esmalte ancho y dirigido oblícuamente adelante. Del lado externo se encuentran 4 pliegues de esmalte más estrechos, dirigidos verticalmente: el primero y el tercer pliegues son los más profundos: el cuarto es muy pequeño y se aisla rápidamentè por el gasto en un islote de esmalte destacado.

La longitud de los cuatro molares es de 9 mm.

Relaciones y diferencias.—M. Schlosser ha establecido en los *Theridomys* dos secciones: la primera, cuyo tipo es el *T. gregarius* Schlos. de las fosforitas, se distingue por sus molares de corona cuadrada y sus pliegues de esmalte muy largos, pero bastante estrechos. La segunda sección que tiene por tipo el *T. aquatilis* Pomel, de Ronzón, tiene molares más grandes y pliegues de esmalte más cortos. La especie de Tárrega entra, sin la menor duda, en la primera sección.

Esta forma se aproxima mucho al *T. Siderolíticus* Pictet, del Siderolítico del Cantón de Vaud y del Eoceno superior de Gargás (igual al *T. Vaillanti* Gervais) cuya talla es casi la misma. Los 4 M. tienen 9 mm. en el tipo de Tárrega y 8'5 mm. en un ejemplar de Gargás que tengo á mi disposición. Los caracteres de los dientes son también casi idénticos: 1.° el premolar es en los dos tipos un poco menos robusto que m^1: 2.° en todos los molares las bandas de esmalte colocadas entre el primero y segundo repliegue y entre el tercero y el cuarto se levantan en el borde externo en un verdadero pequeño dentículo cónico que sobresale del resto de la corona. Este pequeño cono es, acaso, un poco menos acusado en el animal de Tárrega, pero la diferencia es demasiado débil para no ser individual.

El *T. gregarius* Schl. del Quercy es de menor talla (4 M=7'7 mm.): el premolar es más robusto que m^1: en fin no alcanzan el mismo grandor los dos pequeños conos del borde externo.

En resúmen, creo deber reunir el *Theridomys* de Tárrega al *T. Siderolithicus* de Gargás del Canton de Vaud y de Fronstetten á título de simple raza regional española un poco más robusta (raza *major.*)

3.º Carníceros.

Familia de los *Mustelidos*

Género *Plesictis*. Pomel

Plesictis Filholi n. sp.

Lám. 4 fig. 5

Sinonimia.—*Plesictis robustus* Filhol non Pomel. *Phosphorites de Quercy* (Ann. Sc. geol. T. 8. 1877, pág. 49, sin figuras.
Plesictis robustus Schlosser. *Die Alpen Lemuren und Carnivoren d. europ. Tertiärs*, 2.ª parte, p. 134, lám. VIII fig. 41. 44.

El yacimiento de Tárrega ha suministrado una rama mandibular derecha de un pequeño carnícero que pertenece á la familia de los mustelidos por su fórmula dentaria: 1 canino, 4 premolares, 1 carnicera, 1 tuberculosa. El gran desarrollo de esta tuberculosa que es de dos raíces y mide 4 mm. de longitud permite colocarlo en el género *Plesictis* muy derramado en todo el Oligoceno.

El hueso de la mandíbula es corto y grueso, de borde inferior algo encorvado y convexo. La rama ascendente es ancha, fuerte, y su borde anterior se dirige oblícuamente atrás.

El canino es robusto, vertical y ligeramente encorvado hácia atrás. De los 4 premolares p^1 toca casi al canino: es biradiculado, pero la corona es pequeña, de una sola punta y sin talón anterior ni posterior: p^2 es análogo al precedente, pero mayor, con un borde posterior más alargado que el anterior, pero sin punta accesoria: p^3 y p^4 van, al contrario, provistos en el borde posterior, de una fuerte punta accesoria y de un reborde basilar bastante grueso, y forman talón adelante y principalmente atrás. La carnícera m^1 tiene su corona desgraciadamente gastada y poco á propósito para el estudio: su talón bastante recio, me parece haber sido muy bajo del lado interno, como en los *Plesictis* de las fosforitas. La tuberculosa m^2 es alargada y su corona comprende dos puntas anteriores seguidas de un talón más bajo.

Longitud de la série dentaria por detrás del canino	27	mm.
premolares.	16'5	»
carnícera.	6'5	»
tuberculosa	4	»

M. Schlosser ha demostrado que el género *Plesictis* comprende un gran número de especies de caracteres poco homogéneos y que acaso convendrá subdividir: en particular ha indicado dos grupos: el primero que comprende todas las

especies de las fosforitas, está caraçterizado por el talón de la carnícera inferior de borde interno mucho más bajo que el externo, y por consiguiente poco ó nada excavado en cúpula. En el segundo grupo que comprende las especies del Oligoceno superior de Langy, de Cournon y de Saint-Geraud-le-Tuy, el talón de la carnícera forma cúpula por efecto de levantarse el borde interno de este talón. A pesar del mal estado de conservación de la carnícera, el tipo de Tárrega me ha parecido referirse al primer grupo.

Las especies de las fosforitas son en número de 3. El *Plesictis Palmidens* Filhol, es más robusto que el de Tárrega: la série de los seis molares mide 33 mm., según Filhol, en vez de 27: además p^3 no lleva punta accesoria en el borde posterior. El *P. pigmœus* Schlosser, es mucho menor (los seis molares miden 2 cm.). En cambio, la especie designada por Filhol y Schlosser como *P. robustus*, concuerda por sus dimensiones con la forma de Tárrega (los 6 M. miden 26 ó 27 mm.) y la figura que dá M. Schlosser de una parte de mandíbula con p^4 m^2, es muy semejante á esta última. Es sensible, no obstante, que en la figura citada la ausencia de p^3 impide ver si este diente llevaba como el animal de España un dentículo accesorio.

Con la reserva que impone esta última consideración, propongo reunir el carnícero de Tárrega á la especie media de las fosforitas. Como es imposible mantener en esta especie el nombre de *P. robustus* aplicado por Pomel en 1854 (Catalogue méthodique, p. 60) á una forma de Langy muy diferente de la de las fosforitas (série de 6 molares = 46 mm.), propongo dar á la especie de las fosforitas el nombre de *P. Filholi* n. sp. reuniéndole provisionalmente la mandíbula de Tárrega que acabo de describir.

Familia de los Amphicyonidos

¿ Amphicyon ó *Pseudamphicyon* sp. ?

Lám. 4.ª fig. 2-4

El yacimiento de Tárrega ha dado diversos huesos de una pata posterior perteneciente á un mismo individuo de un carnícero de la familia de los *Amphicyonidos*. Estos huesos se hallaban dispersos en la superficie de una losa de caliza margosa: he podido extraerlos y reunirlos para reconstruir un pié de atrás, izquierdo, (lám. 4 fig. 2), al cual faltan el astrágalo, el escafoide, el tercer cuneiforme, el tercero y quinto metatarsianos y muchas falanges. He encontrado el astrágalo y el 3.er metatarsiano del otro pié, es decir, del lado derecho, que figuro al lado (lám. 4 fig. 3-4).

Este pié plantígrado tiene 5 dedos, ofrece el carácter habitual del grupo de los *Amphicyonidos:* con sus metapodos cortos y redondeados, sus falanges ungulares comprimidas y cortantes por encima, debiendo llevar una uña bastante larga y acerada, recuerda mucho el de los osos.

La determinación, siquiera genérica, de esta pieza, se hace muy difícil desconociendo la dentición de este carnícero, que puede pertenecer, bien al género *Amphicyon* Lartet, del Oligoceno medio y superior y del Mioceno, bien sea, y acaso con más probabilidades, al género *Pseudamphicyon* Schlosser de las fosforitas y del siderolítico de Suiza y del Wurtemberg. Los huesos de los piés de estos animales son en general muy mal conocidos. A juzgar por las dimensiones del astrágalo, que son iguales á las del *Amphicyon lemanensis* de Saint-Geraud-le-Puy, figurado por Filhol (Ann. Sc. géol. T. 10. 1879 lám. 16 fig. 4), la especie de Tárrega alcanzaría las dimensiones de un perro de gran talla ó de un oso pequeño.

El *Pseudamphicyon crassidens* Filhol, y el *Brachycyon Gaudryi* Filhol de las fosforitas, son animales casi de la misma talla que el *Amphicyon lemanensis:* pero los huesos de su pata no son conocidos.

Es necesario, pues, esperar á que se descubran en Tárrega dientes de este carnícero para una determinación más precisa.

II. Reptiles

Orden de los *Quelonios*

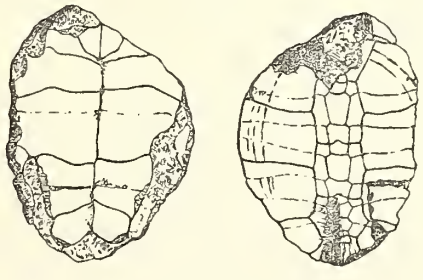
Emidos ó tortugas de mar

Género *Chrysemys* Gray

Chrysemys Lachati sp. Sauvage

Sinonimia.—*Platyemys Lachati*. Sauvage. Bul. Soc. Géol. Fr. 3.ª Série t. I pág. 371, lám. VIII.

Fig. 7.



He podido estudiar del yacimiento de Tárrega una caja ósea casi completa (carapacho asociado al plastron) de un Emido de pequeña talla perteneciente sin duda á un individuo joven, como lo prueba la presencia de una carena longitudinal saliente en la línea media del carapacho por atrás: se sabe que estas carenas

tienden á desaparecer en los adultos. Por esta razón me inclino á referir á esta misma especie otro carapacho muy aplastado, pero de mayor tamaño, procedente del mismo punto: la forma de las *piezas vertebrales* me parece idéntica en ambos ejemplares.

El Emido de Tárrega se coloca bastante exactamente en el género *Chrysemys* Gray, cuyos caracteres esenciales son los siguientes: *piezas óseas vertebrales* alargadas, hexagonales, con los lados menores antero-laterales: *escamas vertebrales* mucho más largas que anchas con ángulo saliente en el costado: surco escamoso húmero-pectoral colocado detrás del entosternum el cual no queda cortado por este surco: debil desarrollo de delante atrás en la escama humeral.

Sin embargo conviene añadir que en la tortuga de Tárrega, el surco húmero-pectoral se halla colocado muy cerca detrás del entosternum, del cual está separado por una distancia de 2 mm. apenas: resulta de aquí que la escama humeral está más desarrollada de delante á atrás que en los *Chrysemys* típicos. Bajo estos dos puntos de vista, y al mismo tiempo por la forma estrecha de la parte anterior del plastrón, la especie de Tárrega tiende á aproximarse al género *Ocadia* Gray, y á disminuir así el intervalo entre estos dos géneros.

Bajo el punto de vista específico, creo deber reunir provisionalmente el Emido de Tárrega á la especie del Oligoceno de los Bajos Alpes descrita por M. Sauvage bajo el nombre de *Platyemis Lachati,* porque no encuentro ninguna diferencia esencial entre estas dos tortugas, sea bajo el punto de vista de las piezas vertebrales, provistas en ambos tipos de una pequeña punta mediana anterior. Las escamas costales llevan, es verdad, en el carapacho de Manosca, surcos concéntricos más acusados que en el de España: pero se sabe por el estudio de los Emidos actuales, que este caracter varía mucho con la edad.

No conocemos, desgraciadamente el plastrón de la tortuga de Manosca, y nos es imposible apreciar comparativamente los importantes caracteres deducidos de la posición del entosternum con relación al surco húmero-pectoral, y del ancho de la escama humeral. La reunión, pues, de estos dos Emidos ha de ser mirada como un poco provisional.

Potamites ó tortugas de rio

Género Trionyx. Geoffroy

Los lignitos de Almatret, contemporáneos probablemente de los de Calaf (Sannuasense inferior) han suministrado al Sr. Vidal una parte de Carapacho de *Trionyx* al cual faltan, por desgracia las piezas vertebrales y costales posteriores, elementos indispensables para una determinación específica. Todo lo que se puede notar con precisión es que no hay más que una sola *pieza vertebral* alargada entre el primer par de piezas costales. Este carácter existe, por lo demás, en la mayor parte de los numerosos *Trionyx* terciarios de Europa. Hemos de

limitarnos á hacer constar la presencia de tortugas de río en el Oligoceno inferior de la Cuenca del Ebro.

Orden de los Crocodilios

Familia de los *Crocodilidos*

(Sección *brevirostre*)

Diplocynodon sp.

Los restos de Crocodilios no son raros en Tárrega y el Sr. Vidal tiene en su colección cráneos ó porciones de cráneo, que si fuesen objeto de una preparación delicada, podrían acaso suministrar los elementos de un estudio muy completo. Las piezas que tengo á mi disposición no me permiten una determinación muy precisa. Sin embargo, una parte de cráneo muy deprimido y visto por la cara palatina, permite asegurar que se trata de un Crocodilo del grupo *brevirostro,* y hasta de un tipo de hocico muy obtuso de la forma de los Alligator.

La presencia de una escotadura lateral en el costado del paladar, destinada á alojar el tercero y cuarto diente inferior, me parece indicar una especie del género *Diplocynodon* Pomel, muy esparcido en todos los niveles del Eoceno superior y del Oligoceno europeo, (Hordwell, Ronzon, Armissan, Maguncia, Saint-Géraud-le-Puy). Pero es imposible dar una determinación específica.

PRESENTED
14 MAY. 1906
NATURAL HISTORY

Les VERTÉBRÉS de l' OLIGOCÉNE INFÉRIEUR de TÁRREGA

(province de lérida)

par l'Académicien Correspondant

M. Charles Depéret.

Doyen à la Faculté des Sciences de Lyon

lue par l'Academicien titulaire

M. Louis Mariano Vidal

Scéance du 11 novembre 1905

INTRODUCTION

Tárrega est une petite ville située dans la province de Lérida, sur la rive droite du Río Cervera, affluent de gauche de la Sègre. A 1500 mètres environ à l'Est de la ville, on exploite dans une grande carrière des dalles grisâtres reposant sur des mollasses grises et des marnes rougeâtres; l'ensemble des couches visibles a environ 6 à 7^{m} d'épaisseur. A une hauteur à peu près de la masse calcaréo-marneuse supérieure, on rencontre dans un délit particulier qui sépare deux bancs calcaires, d'assez nombreux débris de Vertébrés fossiles (crânes et ossements divers) malheureusement toujours assez aplatis et déformés; les dents sont cependant assez bien conservés. On y recueille en outre des empreintes de Poissons, et des plantes terrestres.

Mon savant ami, M. l'Ingénieur Vidal, a bien voulu attirer mon attention sur ce gissement important découvert par M. François Clua, propriétaire à Tárrega, dont il est parvenu à recueillir de nombreux matériaux, et il a mis à ma disposition les pièces les plus importantes de sa collection. J'ai pu joindre à cette étude quelques autres fossiles de cette nouvelle faune, que je dois à l'obligeance de M. Clua, et aussi à celle de M. Bofill qui a bien voulu m'envoyer ceux qui sont conservés au Musée de la Real Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona: et je prie tous ces savants de recevoir mes plus cordiaux remerciements pour leurs obligeantes communications.

En ce qui concerne l'âge du dépôt fossilifère, je renverrai à la mémoire publiée en collaboration avec M. Vidal sur l'Oligocène de Catalogne, et je me bornerai à rappeler que nous avons été amenés à le rapporter au sommet de l'Oligocène inférieur, vers la limite des deux étages Sannoisien et Stampien (Sannoisien supérieur).

La liste des fossiles connus de ce gissement est la suivante:

Végétaux.....	*Anastomeria ?* (déterm. de Saporta et Zeiller).
	Sabal Lamanonis Brong. id.
	Cinnamomum lanceolatum Ung. (dét. Fliche).
	Leucothea (Andromeda) protogea Ung. (id.)
	Myrica acuminata Unger (id.)
Mollusques.	*Limnæa longiscata* Brong. var. *ostrogallica* Font.
	Planorbis groupe *cornu* Brg.
	P— polycymus Font.
Poissons	*Prolebias* sp. (aff. *P. Oustaleti* Sauvage de l'oligocène d'Auvergne.
Reptiles.....	*Chrysemys Lachati* Sauvage.
	Trionyx sp.
	Diplocynodon sp.
Mammifères.	*Brachyodus Cluai* n. sp. (plusieurs crânes)
	Theridomys siderolithicus Pictet var. *major* n. var.
	Plesictis Filholi n. sp.
	Amphicyonidé (patte postérieure)

La présente Mémoire est consacrée à l'étude des Vertébrés du gissement de Tárrega.

DESCRIPTION DE LA FAUNE DE TÁRREGA

MAMMIFÈRES

1° *Artiodactyles*

Famille des *Anthracothéridés*

Genre *Brachyodus* Depéret

Brachyodus Cluai n. sp.

pl. 1. 2. 3. et pl. 4 fig. 1.

Les pièces étudiées dans ce travail comprennent:

1° Un crâne vu par la face palatine (pl. 1, fig. 1.) montrant la série des 7 molaires en bon état. La petitesse de l'alvéole de la canine indique un sujet femelle.

2° Un autre crâne vu aussi par la face palatine (pl. IV fig. 1); la région postérieure est très écrasée: en revanche, on y voit les 7 molaires et en plus la série dentaire antérieure (1 canine, 3 incisives). La canine est petite et indique un sujet femelle.

3° Un crâne presque entier (pl. II) comprimé en travers, un peu tronqué en avant dans la région nasale, et en arrière dans la région de l'occiput. Cette pièce qui montre la série dentaire complète du côté droit, porte une longue canine saillante qui me semble annoncer un sujet mâle adulte.

4° Une partie antérieure du crâne avec les deux branches de la mandibule correspondantes (pl. III. fig. 1-2), d'un *très-fort sujet*. On voit en haut la série des 7 molaires et les alvéoles de la canine et des incisives: en bas la série des molaires, plus la canine brisée. La force des canines ou de leur alvéole indique un sujet mâle adulte.

5° Une partie de maxillaire supérieur gauche avec les 6 premières molaires et une forte canine saillante, dénotant le sexe mâle.

6° Une demi-mandibule droite (pl. I fig. 2) montrant en place la série des 7 molaires, la canine et les 3 incisives. La petitesse de la canine indique une femelle adulte.

7° Plusieurs fragments de mandibule (pl. III fig. 3-4) de sujets jeunes ou adultes.

Il est remarquable qu'aucun os important du squelette n'ait été recueilli avec ces crânes.

1° *Crâne*

Le crâne des animaux du genre *Brachyodus* était encore totalement inconnu. La découverte à Tárrega d'une série de crânes et des mandibules, va nous permettre de combler cette lacune et d'établir une comparaison de caractères crâniens des *Brachyodus* avec ceux des autres genres de la même famille: *Ancodus, Anthracotherium,* et des familles les plus voisines, les *Suidés* et les *Anoplothéridés*.

Forme générale.—Le crâne du *Brachyodus* de Tárrega est *moyennement allongé*; l'allongement de la partie faciale est beaucoup moins accusé que chez les *Ancodus* de Ronzon et même un peu moins que chez les *Sus* actuels. On peut le comparer à ce qui existe chez les *Anthracotherium* et, dans les Suidés, chez les *Palæochœrus* et les Pécaris ou *Dicotyles* actuels. Les *Anoplotherium* avaient au contraire un museau plus court et plus obtus.

La région postérieure présente un *prolongement occipital* qui débordait un peu l'aplomb des condyles. Il en était à peu près de même chez les *Ancodus*, les *Anthracotherium* et les *Palæochœrus*. Chez les Suidés actuels (*Sus, Phacochœrus*, *Dicotyles*) l'occiput est plus long et surtout plus élevé, en forme de pyramide triangulaire. Par contre, chez l'*Anoplotherium*, l'occiput est court, obtus, et atteint à peine en arrière le niveau des condyles occipitaux.

Le *profil crânien* est difficile à apprécier avec certitude en raison de l'écrasement des crânes de Tárrega. On peut cependant inférer de l'étude des diverses pièces à ma disposition, que ce profil s'élevait régulièrement dans la région

nasale, pour se renfler un peu dans la partie frontale, comme chez l'*Ancodus* et le *Palæochœrus*, et s'élever ensuite lentement jusqu'à l'occiput, qui était le point le plus élevé du crâne. Ce profil diffère de celui de l'*Ancodus velaunus* non seulement par la brièveté de la région naso-maxillaire, mais encore par le non-abaissement de la ligne de profil au niveau de l'occiput. Dans l'ensemble, le profil crânien du *Brachyodus* paraît assez semblable à celui des *Palæochœrus* et des *Dicotyles* sauf que la région occipitale est moins élevée et moins prolongée en arrière que dans ce dernier.

Face supérieure.—Les *os nasaux* sont allongés et forment par leur réunion, comme chez les Pécaris une saillie triangulaire terminée par une pointe médiane: la séparation des deux os reste marquée par un sillon assez prononcé. La pointe des nasaux s'avance seulement jusqu'à la 3e incisive; les intermaxillaires dépassaient donc notablement en avant les os du nez, ainsi qu'on l'observe chez les *Dicotyles*. Chez les *Ancodus*, les os du nez ne forment pas de pointe saillante, et leur bord antérieur *concave* reste en arrière du niveau de la canine: il en résulte que l'ouverture des fosses nasales était plus oblique en arrière et moins haute que chez les *Brachyodus*. Chez les *Palæochœrus*, les os du nez ne sont pas libres en avant, et l'ouverture nasale est plus avancée et moins déprimée que chez les *Ancodus*.

L'échancrure latérale du nez était assez profonde (25 millimètres), plus que chez les Suidés; les os incisifs se mettaient, comme chez ces derniers, en contact avec les nasaux par un prolongement effilé, alors que cette connexion n'existe pas chez les *Ancodus*: il y a de ce fait une *différence importante* entre les deux genres.

Chez l'*Anoplotherium* au contraire, cette connexion existe, mais sur une longueur moindre que dans les Suidés.

En arrière, les os nasaux se prolongeaint entre les deux os maxillaires, jusqu'à l'hauteur du bord antérieur de l'orbite, en s'articulant avec les frontaux, suivant une ligne sensiblement transverse. Il en est presque de même chez les *Dicotyles* et l'*Anoplotherium*, tandis que chez les *Sus*, et les *Palæochœrus* les os du nez s'étendent moins en arrière. Pour les *Ancodus* les crânes figurés par Filhol ne présentent aucune trace de lignes de suture; les os du nez s'étendaient probablement beaucoup moins en arrière que chez les *Brachyodus*. Le *front* est un peu bombé, de forme triangulaire à sommet postérieur formé par la rencontre des *deux crêtes temporales* émanées de l'apophyse postorbitaire et convergeant en arrière en une *crête sagittale* unique, comme chez les *Ancodus*, les *Palæochœrus*, les *Dicotyles*. Un point de ressemblance très curieux avec les Suidés vivants et fossiles consiste dans la présence sur le front d'une *double* goutttière courbe, concave en dehors, qui commence au trou sus-orbitaire et se prolonge jusque sur le côté de la région nasale. Cette *gouttière sus-orbitaire* fait défaut chez les *Ancodus* et les *Anthracotherium*.

Les *orbites* sont largement ouverts en arrière comme chez tous les Anthra-

cothéridés, plus largement que chez les Suidés où l'apophyse jugale est plus saillante et tend à fermer l'orbite en arrière.

La *région pariétale* porte une crête sagittale unique et saillante comme chez l'*Ancodus*, les *Palæochœrus*, les *Dicotyles*: la crête est double chez les *Sus* actuels et les *Chœropotamus*.

En arrière, au niveau de l'occiput, la crête sagittale du *Brachyodus* bifurque presque à l'angle droit pour se continuer avec les deux branches de la *crête occipitale*, qui est échancrée par la ligne médiane en un large sinus. Il en est à peu près de même chez les *Palæochœrus*. Chez les *Dicotyles*, les deux branches de la crête occipitale divergent sous un angle de 45° seulement. Chez l'*Ancodus* la crête est convexe en arrière au lieu d'être concave, ce qui donne à l'extrémité postérieure du crâne une forme très différente de celle du *Brachyodus*.

Face inférieure.—Le *palais* est allongé, étroit et à bords presque parallèles, comme chez les Suidés actuels. Chez les *Palæochœrus* la voûte palatine s'élargit en arrière et prend une forme plus triangulaire. Le palais des *Ancodus* est remarquable par l'extrême allongement de la région antérieure, qui présente en outre un rétrécissement remarquable au niveau de la 1re prémolaire.

Chez le *Brachyodus* de Tárrega, la voûte palatine est formée en avant par les *intermaxillaires*, sur 2 cents. de long, soit le $^1/_6$ de la longueur totale; entre ces deux os, se montre un *trou palatin antérieur* allongé et empiétant très peu sur l'intervalle des os maxillaires; la disposition est à peu près semblable chez les *Ancodus*. L'état de conservation des pièces ne permet pas de dire si cet orifice palatin était partagé par une bride osseuse longitudinale, comme chez les Suidés.

La voûte palatine, légèrement concave au niveau du trou palatin antérieur, est à peu près plane sur le reste de son étendue. L'orifice postérieur des fosses nasales est reculé à 2 cent. en arrière du niveau de la dernière molaire; il en est de même chez les Suidés actuels et l'*Anthracotherium*. Chez les *Ancodus* et les *Palæochœrus* cet orifice est situé plus en avant, au niveau du bord postérieur de la dernière molaire.

Les *arcades zygomatiques* s'insèrent sur le crâne à la hauteur de l'intervalle entre la 1re et la 2e arrière-molaires; elles se dirigent en arrière en restant sensiblement parallèles limitant ainsi une fosse temporale rectangulaire. Cette direction parallèle des arcades zygomatiques rappelle beaucoup celles des *Sus* actuels; elle diffère notablement de celle des *Ancodus*, où les arcades zygomatiques s'attachent bien plus en arrière, après la dernière molaire, sont divergentes en arrière et délimitent ainsi une fosse temporale plus courte et plus arrondie. Chez les *Palæochœrus* et les *Dicotyles*, le point d'insertion est à peu près le même que chez les *Brachyodus*, mais elles s'écartent davantage de la paroi crânienne et sont divergentes en arrière.

La *surface glénoïdale* de l'articulation temporo-maxillaire est presque

plane, à diamètre transverse un peu plus grand que le diamètre antéro-postérieur, de forme arrondie en dedans et acuminée en dehors. Elle ressemble à celle des *Ancodus* et des *Anthracotherium* et diffère au contraire beaucoup de celles des *Palæochœrus* qui est plus creuse et rectangulaire; chez les *Sus*, la surface glénoïdale est plane, mais de forme elliptique-transversé; chez les *Dicotyles* elle est creusée en selle, à grand diamètre oblique sur l'axe du crâne.

L'état de conservation des pièces ne permet pas l'étude de la *région sphéno-occipitale*.

2° *Mandibule*

La mandibule du *Brachyodus* est moyennement allongée en avant, beaucoup moins que chez les *Ancodus*, un peu moins que chez les *Sus* actuels, à peu près dans le même mode que chez les *Palæochœrus* et les *Dicotyles*. Comme chez ces derniers, le profil inférieur de la symphyse se relève assez vivement vers le haut, au lieu d'être subhorizontal comme dans les *Ancodus*. La *symphyse* est longue, oblique et s'étend jusqu'à la hauteur de l'intervalle entre la 1re et la 2e prémolaires; chez les *Sus* et les *Palæochœrus*, elle s'étend encore plus en arrière, jusqu'au bord antérieur de la 3e prémolaire; chez les *Ancodus* elle est horizontale, mais parait en proportion plus courte en raison de l'allongement extrême de l'os dans le région des prémolaires; néanmoins, elle s'étend chez l'*A. Aymardi* jusqu'au bord postérieur de la 1re prémolaire.

La *branche horizontale* est relativement haute, à peu près comme chez les *Palæochœrus* et les *Dicotyles;* elle est moins élevée chez les *Sus* et moins encore chez les *Ancodus*.

Le profil inférieur de la mandibule présente en arrière un *sinus* large et profond, à la hauteur de la base de l'apophyse coronoïde; ce sinus est suivi d'un abaissement assez prononcé de la région angulaire, qui décrit une courbe arrondie. La mandibule des *Ancodus* ne diffère à ce point de vue de celle du *Brachyodus* que par l'abaissement encore plus grand de cette saillie angulaire, ce qui fait paraitre le sinus encore plus profond. Le sinus et l'apophyse angulaire sont à peine indiqués chez les *Palæochœrus* et les *Sus* actuels; chez les *Dicotyles* par contre, le sinus est très profond, mais il est reporté plus en avant à la hauteur des deux dernières molaires.

L'*apophyse coronoïde* naît immédiatement en arrière de la dernière molaire, en faisant avec la branche horizontale un angle légèrement obtus. Le bord antérieur de cette apophyse est un peu plus oblique en arrière chez les *Ancodus* et plus encore chez les *Sus* actuels.

Le bord postérieur de la mandibule se relève à partir de l'angle en une ligne presque régulière, un peu inclinée en avant jusqu'au condyle, au-dessous duquel se montre un sinus très-peu profond. Ce bord est à peu près vertical chez les *Ancodus* et ne se relie pas insensiblement avec la saillie de la région angulaire

dont il se sépare par une encoche assez aigüe. Les *Palæochœrus* ressemblent presque entièrement au *Brachyodus* sauf que l'angle de la mandibule est un peu moins saillant en arrière; chez les *Dicotyles,* ce bord postérieur est convexe en arrière sur toute sa hauteur.

3° *Comparaisons des caractères crâniens*

Il sera intéressant de résumer les caractères différentiels du crâne du *Brachyodus,* en les comparant à ceux des *Ancodus,* des *Anthracotherium,* des *Suidés* vivants et fossiles et des *Anoplothéridés.*

1. *Comparaison avec les Ancodus.*—Le crâne du *Brachyodus* diffère de celui des *Ancodus* de Ronzon beaucoup plus qu'on n'aurait pu le soupçonner d'aprês la grande affinité des caractères dentaires.

Le crâne des *Ancodus* bien figuré par Filhol (1), est beaucoup plus allongé dans sa région antérieure, et aussi plus déprimé dans la région nasale, dont l'orifice antérieur regarde en haut au lieu d'être tourné en avant; les os nasaux de l'*Ancodus* ne forment pas en avant une pointe libre et l'échancrure latérale du nez faite par suite défaut: en outre il n'existe aucune connection entre les os nasaux et les intermaxillaires.

La region frontale ne présente pas chez l'*Ancodus* la profonde gouttière sus-orbitaire si remarquable du *Brachyodus.*

Les arcades zygomatiques s'attachent bien plus en arrière chez les *Ancodus,* et sont divergentes au lieu d'être à bords parallèles; il en résulte que la fosse temporale, vue par-dessus, est bien plus courte et de forme arrondie au lieu d'être quadrangulaire.

Dans la région occipitale, la crête sagittale s'abaisse un peu en arrière chez les *Ancodus;* elle se relève jusqu'à l'occiput chez le *Brachyodus*

Le bord postérieur du crâne, formé par la crête occipitale est très différent; convexe en arrière chez l'*Ancodus,* largement échancré sur la ligne médiane chez le *Brachyodus.*

A la face inférieure, la région palatine antérieure est, chez l'*Ancodus,* bien plus allongée et plus étroite, avec un étranglement au niveau de la 1rè premolaire, tandis qu'elle est à bord presque parallèles chez les *Brachyodus.*

L'ouverture postérieure des fosses nasales est reportée plus en avant chez l'*Ancodus.*

A la mandibule, la région de la symphyse est déprimée chez l'*Ancodus* et son profil inférieur est à peu près horizontal au lieu de se relever vers le haut; enfin la région angulaire présente au-dessous une apophyse arrondie plus saillante que chez le *Brachyodus* et ne se relie pas insensiblement en haut avec le bord postérieur de la branche montante.

Malgré ces différences importantes, on peut, si on fait abstraction de celles

(1) Filhol *Ann. sc. géol.* 1881, t. 12.

qui sont la conséquence du remarquable allongement du museau de l' *Ancodus* noter entre ce dernier et le *Brachyodus,* un assez grand nombre de points de structure communs: 1° dans *la forme générale du profil crânien*: front légèrement renflé, crête sagittale unique, occiput débordant les condyles en arrière. 2.° dans la *structure d'ensemble de la région palatine*: disposition de l'orifice palatin antérieur, forme de la cavité glénoïde de l'articulation temporo-maxillaire. 3.° dans la *forme de la mandibule*: bord inférieur sinueux en arrière, avec région angulaire largement arrondie et saillante au-dessus. La séparation générique de ces animaux n'en reste pas moins très-accusée d'après les seuls caractères ostéologiques du crâne.

2. *Comparaison avec les Anthracotherium.* Le crâne des *Anthracotherium* est encore fort mal connu; on ne possède guère que le profil en grande partie théorique donné par Kowalewsky (1) de l'*A. magnum* de Rochette et la face inférieure du crâne du petit *A. dalmatinum* v. Meyer, (2), de l'Eocène supérieur du Dalmatie.

Si l'on se fie au premier de ces documents, il existerait, d'assez grandes analogies avec le *Brachyodus;* dans le profil du crâne, un peu allongé dans la partie faciale, s'élevant régulièrement en arrière jusqu'à l'occiput qui surplombe les condyles; dans la présence d'une crête sagittale unique, d'orbites largement ouvertes en arrière.

Le crâne de l'*A. dalmatinum,* type le plus primitif, nous montre en outre des ressemblances remarquables dans la disposition des arcades zygomatiques s'attachant comme dans le *Brachyodus,* au niveau du bord antérieur de la dernière molaire, à direction presque parallèle et encadrant une fosse temporale rectangulaire; dans la position reculée de l'orifice postérieur des fosses nasales; enfin dans la forme de la cavité glénoïde temporo-maxillaire, presque plane, pyriforme, à grand diamètre tranverse.

Les principales différences entre le *Brachyodus* et les *Anthracotherium* portent sur la forme du museau renflé et comme dilaté chez ce dernier aux deux mâchoires, par suite de la force remarquable des incisives et de la canine; ce renflement du museau est surtout prononcé dans les grandes espèces d'*Anthracotherium.*

Il faut signaler en outre l'absence du gouttière sus-orbitaire chez l'*Anthracotherium.*

Enfin la mandibule est assez différente par sa branche horizontale plus allongée et plus basse, avec un bord inférieur à peu près rectiligne dépourvu du sinus et de la saillie de l'angle mandibulaire qui caractérise le *Brachyodus.*

Ces deux derniers caractères indiquent une séparation générique indiscutable par les seuls caractères crâniens.

---

(1) Kowalowsky *Paleontographica*, t. 22, 1874.
(2) V. Meyer, id. t. IV, 1856.

3. *Comparaison avec les Suidés* (*Palæochœrus, Sus, Dicotyles.*)— L'un des points les plus intéressants que nous révèle l'étude du crâne de *Brachyodus* se trouve dans des analogies de structure inattendues avec le crâne des Suidés. Ces rapprochements ne portent pas seulement sur la forme générale du crâne, avec son museau allongé, son profil régulièrement ascendant quoique en pente moins rapide, sa crête sagitale unique, son palais étroit et à bords presque parallèles. Mais, en dehors de ces rapports un peu généraux, on y découvre des détails de structure communs très curieux: les os nasaux forment un avant une pointe triangulaire libre avec une large échancrure latérale: la région frontale porte une large et double gouttière sus-orbitaire qui faut défaut chez les autres genres de la famille des Anthracothérides, la crête occipitale présente un sinus median, très-prononcé et moins aigu, il est vrai, que chez les *Dicotyles,* mais tout-à-fait pareil à celui des *Palæochœrus;* les arcades zygomatiques sont peu écartées du crâne, subparallèles, entourant une fosse temporale quadrangulaire. A la mandibule, le profil inférieur se relève assez brusquement en haut à partir de la symphyse comme chez les *Sus* et les *Dicotyles;* en arrière, ce bord présente, comme chez ce dernier, un profond sinus suivi d'une apophyse arrondie de la région angulaire.

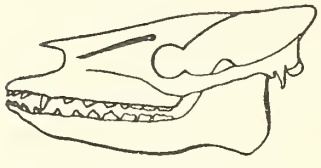
Ces ressemblances sont trop nombreuses et trop précises pour pouvoir être expliquées par de simples caractères d'adaptation communs, et je suis disposé à y voir plutôt la trace de *liens ancestraux* très anciens entre la famille des *Anthracothéridés* et celle des *Suidés*. Le *Brachyodus* d'une part, le *Dicotyles* actuel de l'autre, nous auraint, mieux que les autres types, conservé une partie au moins des *caractères primitifs* du groupe d'animaux de l'Eocène ancien, qui aurait donné naissance à ces deux familles.

4. Comparaison avec les *Anoplothéridés*. Le crâne de l'*Anoplotherium commune* nous est assez bien connu par la pièce type du gypse de Paris, figurée par Cuvier et de Blainville, et dont le moulage figure dans presque toutes les collections. Les différences avec le crâne du *Brachyodus* sont fort grandes: le crâne de l'*Anoplotherium* est moins aminci en avant, le museau étant plus fort et plus obtus; les os du nez ne font qu'une saillie insignifiante au-dessus del'ouverture nasale; le profil supérieur de la tête et plus droit et plus horizontal; il n'existe pas de gouttière sus-orbitaire; l'occiput est moins prolongé et déborde à peine les condyles. La face inférieure du crâne est peu connue: on peut noter pourtant, chez l'*Anoplotherium*, l'énorme développement de l'apophyse styloïde, fort écartée du condyle occipital. Le mandibule est plus allongée, à bord inférieur presque rectiligne, avec à peine un indice du sinus postérieur si remarquable du *Brachyodus*. La région angulaire est largement arrondie et saillante comme chez ce dernier, mais est moins abaissée en dessous. Les quelques traits de ressemblance que l'on peut noter entre l'*Anoplotherium* et le *Brachyodus*: connexion des nasaux avec les intermaxillaires, dilatation arrondie de l'angle de la mandibule, sont des *caractères primitifs* communs à tous les Ongulés anciens

et n'impliquent aucun rapport de parenté immédiate entre les deux groupes, malgré des afinités très-curieuses dans le type de structure des molaires.

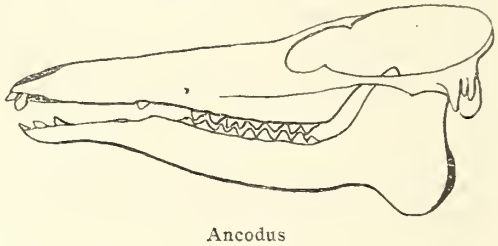
Il m'a paru intéressant de donner ici le croquis restauré du profil crânien du *Brachyodus* comparé au même profil chez les divers types d'Ongulés fossiles auxquels je viens de le comparer.

Fig. 1.



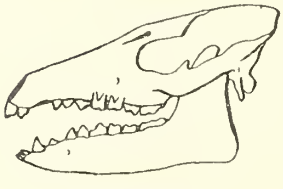
Brachyodus

Fig. 2.



Ancodus

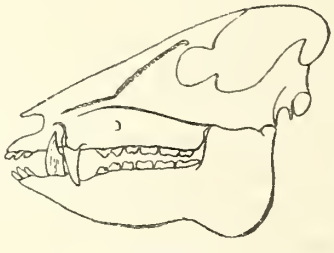
Fig. 3.



Palœochœrus

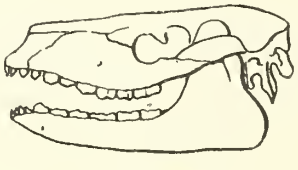
$\frac{1}{6}$ environ

Fig. 4.



Dicotyles

Fig. 5.



Anoplotherium

4.° Dentition.

Le système dentaire du *Bracyhodus* est complet; la formule dentaire comprend 3 Incisives, 1 Canine, 4 Prémolaires et 3 Arrière-molaires à chaque mâchoire.

Dentition supérieure

Incisives.—Les incisives, au nombre de 3 de chaque côté, sont en place sur le crâne (pl. iv fig. 1.); elles ne sont représentées que par les alvéoles dans le

crâne (pl. I). Ces dents sont disposées en une courbe ogivale allongée, comme chez les *Sus,* les *Palæochœrus,* les *Ancodus*. Chez l'*Authracotherium maguum,* la courbe en question est moins allongée, se rapprochant d'une demi-circonférence.

La forme de ces incisives est également fort différente de celles des *Anthratherium* et se rapproche de celle des *Ancodus* et des Suidés, plus spécialement du *Palæochœrus*.

La 1re *incisive* est la plus forte: sa couronne, entamée ici par l'usure, est allongée d'avant en arrière, avec une section ovoïde-triangulaire, à sommet postérieur; il existe en arrière un bourrelet-basilaire bien détaché et continu. Cette dent est moins forte que chez le *Palæochœrus Waterhousi;* chez l'*Anthracotherium magnum,* la 1re incisive est, comme les deux suivantes, une grosse dent triangulaire, à pointe médiane allongée, d'aspect carnasier. Chez les *Ancodus,* cette même dent est triangulaire moins étendue d'avant en arrière que dans les *Brachyodus*.

La 2me *incisive* est triangulaire comprimée, à pointe voisine du bord antérieur; cette pointe se prolonge en avant et surtout en arrière par une arête tranchante, légèrement crénelée sur le bord postérieur; le bourrelet-basilaire est bien développé en arrière.

La 3me *incisive* est presque semblable à la précedente, mais un peu plus petite et à base moins allongée.

Ces deux dernières incisives rappellent beaucoup celles des *Ancodus* et des *Palæochœrus* et aussi celles du petit *Authracotherium dalmatinum*.

Canine.—La canine est placée à 7 millim. en arrière de la 3me incisive. Il y a donc une *première petite barre* entre les incisives et la canine, comme chez les *Sus,* les *Dicotyles,* les *Anthracotherium*: cette barre fait défaut chez les *Palæochœrus:* elle est bien plus longue au contraire chez l'*Ancodus leptorhyncus,* alors qu'elle est presque nulle chez l'*Ancodus velaunus*.

J'ai observé dans les dimensions de la canine des *Brachyodus* de Tárrega des différences considérables que j'ai attribué au sexe: ainsi dans le crâne (pl. II), la couronne de cette dent est forte, conique, légèrement incurvée, avec une longueur de près de 2 cm. sur le bord antérieur et une racine très forte marquant une bosse sur le maxillaire; il s'agit presque là d'une petite défense saillante, analogue à celle de l'*Ancodus leptorhynchus* (mâle de l'*A. Aymardi* d'après Filhol.)

Au contraire sur le crâne (pl. IV, fig. 1), cette canine, quoique un peu brisée à sa pointe, était certainement assez petite et devait appartenir à un sujet femelle: le diamètre de la couronne à la base est seulement de 6mm. alors qu'il est de 10mm. chez le sujet mâle.

La canine, déjà séparée des incisives par une courte barre, est suivie d'une *deuxième barre* plus importante (12mm. de longueur) qui la sépare de la première prémolaire. Une barre analogue, mais beaucoup plus longue, existe chez les

Ancodus: il en est de même chez les Suidés actuels. Cette barre est presque nulle chez les *Anthracotherium magnum* et *dalmatinum,* et manque toute à fait chez les *Palæochœrus.*

Prémolaires.—Les prémolaires supérieures, au nombre de 4, paraissent se présenter normalement en série disjointe, au moins pour les deux premières; il existe en effet sur le crâne mâle (pl. 2), et sur d'autres crânes que j'ai vus á Tárrega, un petit intervalle de 3 à 4 millim. entre p^1 et p^2 et aussi entre p^2 et p^3. Mais cette disposition semble un peu variable: sur le crâne femelle (pl. 1). l'intervalle entre p^1 et p^2 existe seul, tandis que p^2 est accolée à p^3; sur le crâne (pl. IV, fig. 1) les prémolaires paraissent même former une série continue, mais il y a un peu de dislocation en ce point.

Cette variabilité dans l'écartement des prémolaires se retrouve chez les *Ancodus* de Ronzon: chez l'*A. Aymardi,* p^1 et p^2 sont isolées l'une et l'autre par une barre, tandis que dans *A. leptorhynchus* (mâle du précédent), p^1 seule est écartée de la série des trois autres prémolaires; il en est de même chez l' *A. velaunus.*

Chez les *Anthracotherium,* p^1 est seule écartée, mais très faiblement de p^2.

Chez les Suidés, les prémolaires supérieures sont en série continue; p^1 fait défaut chez *Dicotyles.*

Au point de vue de la structure chez le *Brachyodus Cluai,* p^1 est à deux racines avec couronne unicuspide comprimée et sans talon; p^2 est de même forme, mais plus grande, un peu plus allongée sur son bord postérieur; p^3 à 3 racines, porte une couronne allongée avec une grosse pointe externe, un double talon antérieur et postérieur et un talon ou pointe postéro-interne, qui se présente comme un épaississement du bourrelet-basilaire; ce bourrelet est épais et continu en dedans, mince et interrompu en dehors; p^4 est plus raccourcie que p^3 et porte seulement deux racines; sa couronne est à deux pointes, l'externe la plus élevée avec tendance *crescentoïde,* l'interne presque conique; un bourrelet basilaire, plus épais en dedans et surtout en arrière, entoure la couronne qui est presque identique à une moitié postérieure d'arrière-molaire.

Arrière-molaires.—Les 3 arrière-molaires sont construites sur le type habituel des *Anthracothéridés:* cinq denticules, dont trois au lobe antérieur. La couronne est de forme subquadratique un peu plus étendue dans le sens transverse que dans le sens longitudinal, et en même temps un peu plus rétrécie en dedans qu'en dehors, d'où résulte une tendance trapéziforme. Elles s'écartent un peu à ce point de vue des autres espèces de *Brachyodus,* telles que *B. onoideus, borbonicus, porcinus.* dont les molaires sont plus carrées, presque aussi longues que larges et moins rétrécies du côté interne. Elles tendent ainsi à se rapprocher un peu des molaires des *Dacrytherium.* dont elles se séparent d'ailleurs par d'autres caractères.

Les deux denticules externes sont nettement *crescentoïdes,* avec muraille externe refoulée en dedans, suivant la mode habituel des *Brachyodus* et des

Ancodus; ce refoulement détermine entre les deux denticules une colonnette médiane (*mesostyle*) large et obtuse; le mesostyle est cependant, chez le *B. Cluai*, un peu plus pincé que chez le *B. porcinus*, moins toutefois que chez les *Dacrytherium* et les *Anoplothéridés* en général.

Le côté médiane de chaque denticule externe est plus accusée, du côté externe, que chez les autres *Brachyodus*, et que chez les *Ancodus*, ce qui dénote une légère tendance vers le type plus *bunodonte* des *Anthracotherium*.

Les deux denticules internes sont, comme chez tous les *Brachyodus* un peu moins *crescentiformes* que les externes, et la partie médiane du denticule se détache mieux en une pyramide à trois pans. Le denticule intermédiaire du lobe antérieur est plus petite que le denticule interne, mais de même forme.

La base de la couronne est entourée d'un bourrelet basilaire plus mince et moins continu que chez le *B. porcinus* et surtout que chez le *B. onoideus;* il est presque effacé au niveau du denticule antéro-interne. C'est surtout à cette différence d'épaisseur du bourrelet basilaire que les dents du *B. Cluai* doivent leur aspect moins quadratique que chez les autres *Brachyodus*.

A l'angle antéro-externe, le bourrelet basilaire s'épaissit et se détache en un *parastyle* très fort, crescentoïde, qui se retrouve chez tous les *Brachyodus*, les *Ancodus*, et plus encore chez les *Dacrytherium*, tandis qu'il est beaucoup plus atténué chez les *Anthracotherium*. L'angle postéro-externe possède un épaississement analogue, mais moins fort et moins détaché.

Dentition inférieure.

Incisives.—Les 3 incisives ne sont conservées que sur la mandibule femelle (pl. 1 fig. 2.): elles sont en courbe ogivale, comme chez les Suidés, moins allongée toutefois que chez les *Ancodus*. Ces dents sont en série presque fermée, alors qu'elles sont assez espacées chez ces derniers, et qu'elles sont au contraire tout à fait resserrées chez les *Sus*, les *Dicotyles*, les *Palæochærus*. Ces trois incisives sont presque semblables, la 2me étant seulement un peu plus forte. Chez les *Ancodus*, les incisives augmentent de grandeur d'avant en arrière, tandis que chez les *Sus* et les *Dicotyles* la 3me est très réduite par rapport aux deux autres.

La 1re est étroite et allongée, à bords presque parallèles légèrement proclive comme dans les Suidés. La 2me plus forte, a une couronne encore allongée, mais déjà subtriangulaire par suite de la présence d'un petit talon postérieur. La 3me est plus courte, en palette étalée avec une face externe convexe et une face interne concave, divisée en deux par un sillon-vertical, ce qui rappelle les *Dolichœrus*.

Dans leur ensemble, les incisives du *Brachyodus* rappellent beaucoup celles des Suidés, surtout du *Palæochærus*, et diffèrent à la fois des incisives courtes, taiangulaires et étalées des *Ancodus* et des grandes incisives allongées et caniniformes des *Anthracotherium*.

Canines.—La seule canine que je connaisse est aussi celle du sujet femelle (pl. I, fig. 2), elle est située seulement à 2 ou 3 millim. en arrière de la 3me incisive. La couronne est petite, ce qui tient en partie au sexe femelle, mais il est probable que, même chez les mâles, elle n'était pas aussi développée que la canine supérieure. Cette dent courte, triangulaire, présente une face externe convexe et une face interne concave, divisée en deux par une côte verticale; elle rappelle donc beaucoup la canine des *Ancodus,* mais avec une moindre étendue d'avant en arrière.

Après la canine vient une *barre* de 13 millim. dans le sujet femelle déjà cité, de 20 millim. dans le fort sujet mâle (pl. III, fig. 2).

Prémolaires.—Les prémolaires, au nombre de 4, sont en série disjointe: la 1re et la 2me sont isolées, tandis que la 3me et la 4me forment une série continue avec les arrières-molaires. Cette disposition est la même chez l'*Anthracotherium magnum* et chez les *Sus* actuels. Chez les *Ancodus,* la 1re prémolaire est seule écartée des autres, plus même que dans les *Brachyodus,* mais la 2e est à peu près contigue à la 3me. Chez les *Palæochœrus,* la série est plus fermée; la 1re prémolaire étant seule écartée par un léger intervalle à la fois de la canine et de la 2me prémolaire. Chez les *Dicotyles,* il n y a que 3 prémolaires, en série continue avec les arrière-molaires.

Au point de vue de la structure, p^1 est petite, uniradiculée, à couronne très-comprimée, avec pointe triangulaire mousse. p^2 est plus forte et à deux racines, à couronne comprimée-triangulaire, avec une face interne concave partagée par une arête médiane, et un bourrelet basilaire assez épais en dedans. p^3 ressemble à la précédente, mais la couronne est plus allongée, par suite de l'existence d'un talon postérieur. p^4 est encore plus forte et s'épaissit en arrière en un véritable talón; en même temps il se forme aux dépens du bourrelet interne une pointe basse mais assez aigüe, qui s'adosse à la face interne de la pointe principale, à peu près comme dans les carnassières des Canidés.

Toutes ces prémolaires ressemblent à celles des *Ancodus,* sauf que la couronne est moins haute; elles diffèrent beaucoup de celles des *Anthracotherium* qui sont bien moins comprimées en travers et à pointe principale bien plus conique.

Arrière molaires.—Les 3 arrière-molaires sont construites sur le type ordinaire des *Anthracothéridés,* c'est-à-dire avec deux lobes à deux denticules chacun; les denticules internes sont en pyramide triangulaire, en demi-croissant très pincé. Au lobe antérieur, les deux branches du demi-croissant viennent se rattacher en se contournant au sommet du denticule interne, ce qui délimite une dépression triangulaire fermée; au lobe postérieur, la branche antérieure du demi-croissant reste libre, et vient se terminer près de la base du denticule antéro-interne: la vallée de ce lobe reste ainsi ouverte en dedans.

La 3me arrière-molaire diffère des précédentes par la présence d'un troisième lobe bien développé, formé d'une seule pointe externe crescentiforme dont les

deux branches se referment en dehors sur elles-mêmes, sans aboutir à une pointe interne; il se forme ainsi au centre de ce talon une cupule ovalaire fermée.

Le type de structure de ces molaires n'est pas très-éloigné de celui des *Ancodus;* cependant chez ces derniers, outre la hauteur bien plus grande des denticules, les deux lobes de la couronne sont beaucoup plus comprimés, de sorte que les denticules internes dessinent un V bien plus aigu, et la vallée séparative des deux lobes est plus large et plus ouverte.

Chez les *Anthracotherium,* les denticules sont à peu près de même hauteur que chez les *Brachyodus,* mais les internes sont plus coniques, les externes moins crescentoïdes avec deux branches en V plus largement ouvert; la branche antérieure de ce demi-croissant au second lobe se rattache au denticule interne du premier, de sorte que la sallie transverse est entièrement fermée. Enfin le talon de m^3 a une structure toute autre; il comprend outre le denticule externe crescentoïde un gros denticule interne qui fait défaut aux *Brachyodus* et aux *Ancodus*.

Dentition de lait.—Une partie de branche gauche de mandibule m'a permis d'étudier les deux dernières molaires de lait suivies de la 1re arrière-molaire.

La 2e molaire de lait est longue et comprend deux lobes bien séparés; un premier lobe avec une pointe antérieure basse et une pointe principale triangulaire aigue; un second lobe avec une pointe externe plus basse que celle du premier lobe et une pointe interne émanée du bourrelet comme à la 4e prémolaire.

La 3.e molaire de lait est à trois lobes qui augmentent de longueur d'avant en arrière, et ont chacun la structure d'une moitié d'arrière-molaire.

Chez les *Anthracotherium,* la 2e molaire de lait est bien plus courte, par suite du faible développement du second lobe: la 3e est formée de trois lobes á deux denticules avec des vallées transverses presque entièrement ouvertes.

Email des molaires.—Un caractère général des molaires du *Brachyodus* réside dans leur émail chagriné par des stries verticales irrégulières. Cette striation qui atteint son maximum d'intensité dans le grand *B. onoideus* de l'Orléanais, est au contraire très peu accusée chez les *Ancodus* dont l'émail des molaires parait plus lisse et comme brillant. Chez les *Anthracotherium,* la striation de l'émail est très accusée, mais elle est plus grossière que chez les *Brachyodus.*

Le bourrelet basilaire est modérément développé dans le *B. Cluai*: il entoure la base des prémolaires et des molaires aux deux mâchoires en s'effaçant seulement un peu au niveau de la base des denticules, et se renforçant au niveau des vallées.

5° Rapports et filiation

Il ne saurait y avoir de doute sur l'attribution de l'animal de Tárrega à la famille des *Anthracothéridés* et au genre *Brachyodus,* caractérisé par des molaires à denticules peu élevées (type *brachyodonte*) et en même temps *crescentiformes.*

Les deux autres genres principaux de la même famille, les *Ancodus* ou *Hyopotamus* et les *Anthracotherium* s'en séparent, les premiers par leurs molaires aux denticules élevés (type *hypsodonte*) à émail presque lisse, à demi-croissants plus serrés en V; les seconds par des molaires aux denticules encore plus bas, mais beaucoup plus coniques (type *bunodonte*) à structure crescentoïde peu accusée.

Je me borne ici à indiquer ces caractères essentiels, ayant déjà fait ressortir plus haut les différences fondamentales qui existent entre ces trois genres, à la fois dans les caractères ostéologiques du crâne et dans la structure dentaire.

J'ai créé le genre *Brachyodus* pour une grande espèce (de la taille de *Anthracotherium magnum*), du Burdigalien de l'Orléanais et d'Autriche, le *B. onoideus* sp. Gervais. J'ai eu plus tard l'occasion de rattacher à ce même genre un certain nombre de plus petites formes oligocènes jusque là désignées généralement comme *Hyopotamus* Owen ou *Ancodus* Pomel: telles sont le *B. borbonicus* sp. Gervais du Bourbonnais, le *B. porcinus* sp. Gervais de Digoin, de Pyrimont, des Basses-Alpes, de St. Henri et de l'île de Wight.

Comparé à ces formes oligocènes et plus spécialement au B *porcinus*, qui est à peu près de la taille des plus forts sujets de Tárrega, le *B. Cluai* montre, avec une concordance assez complète des caractères dentaires, quelques traits distinctifs qui pourront paraître peu importants, mais qui n'en ont pas moins une grande valeur dans l'établissement de la généalogie des *Brachyodus* et de leurs relations de parenté avec les genres voisins.

1°. Les denticules externe des molaires supérieures ont conservé une forme un peu plus conique, un peu moins comprimée en demi-croissant que chez le *B. porcinus;* ce caractère se traduit en particulier par le présence sur le milieu de la muraille externe de ces denticules d'une côte verticale assez forte qui existe, mais très atténuée et peu saillante chez les autres *Brachyodus*. Il résulte encore de cette structure que la muraille externe de ces molaires paraît moins refoulée en dedans que chez le *B. porcinus* et surtout que chez les *Ancodus*.

A ce point de vue, le *B. Cluai* représente un état un peu intermédiaire entre le groupe des *Brachyodus* et celui des *Anthracotherium*, tout en étant encore assez éloigné de ces derniers.

2° Le *parastyle* (denticule de l'angle antéro-externe) des molaires supérieures du *B. Cluai* est plus fort et plus saillant que chez les autres *Brachyodus*. Il résulte de cette disposition que ces molaires sont un peu plus étendues sur le bord externe que sur le bord interne, ce qui les fait paraître quelque peu subtriangulaires, tandis que les molaires des B. *porcinus* et *borbonicus* sont presque quadratiques, le parastyle débordant très peu le bord antérieur de la dent.

Le fort développement du parastyle chez le B. *Cluai* rappelle assez bien la structure des molaires du genre *Dacrytherium* Owen, qui a été peut-être à tort rattaché aux Anoplothéridés et pourrait bien avoir de rapports assez intimes avec le groupe des Anthracothéridés: chez les *D. ovinum* du Ludien inférieur

d'Euzet (Gard) dont j'ai à ma disposition de belles séries dentaires, la tendance des molaires vers la forme triangulaire est encore plus exagérée que chez le *B. Cluai,* parce que cet animal est dépourvu du bourrelet basilaire, qui, chez les *Brachyodus,* contribue beaucoup à équarrir en dedans la couronne des arrière-molaires.

Le B. *Cluai* montre donc une tendance à se rapprocher du type de molaires du genre *Dacrytherium,* mais il reste bien plus rapproché des *Brachyodus.*

Dans l'état actuel de nos connaissances la filiation du rameau *Brachyodus* me semble pouvoir être indiquée dans l'ordre ascendant suivant:

1° *Miocène inférieur* (*Burdigalien*)--*Brachyodusonoideus* sp.Gervais, des sables de l'Orléanais, d'Eggenburg en Autriche, du Muschelsandstein de Brüttelen en Suisse: c'est la plus récente et la plus grande espèce du genre: m^1 supérieure mesure 4 centim sur le bord externe.

2° *Oligocène supérieur.*—(*Aquitanien*).—*Brachyodus borbonicus* sp. Gervais.—Le prédécesseur immédiat du B. *onoideus* dans l'horizon de St. Gérand-le-Puy nous fait par le moment défaut. Mais Gervais a fait connaitre sous le nom de *Hyopotamus borbonicus* (Zool. et Pal. fr. pl. 26, fig. 11) un véritable *Brachyodus,* des couches marneuses de St. Pourçain-sur-Bébre (Bourbonnais) qui sont très peu inférieures aux couches calcaires de Chaveroche et de St. Gérand, et appartiennent sans doute à l'Aquitanien inférieur ou en Stampien supérieur. Dans cette espèce de taille déjà très inférieure à *B. onoideus,* m^2 supérieure mesure 21 millim. sur le bord externe.

J'ai décrit moi même de l'Aquitanien inférieur de Pyrimont-Châllonges (Savoie) un *Brachyodus* très voisin du *B. borbonicus,* mais un peu plus petit: m^2 inférieure mesure 20 millim. de longueur; on peut l'inscrire sous le nom de *B. borbonicus* var, *minor* (*Mém. Soc. paléont. Suisse.* 1902 pl. V, fig. 14).

3° *Oligocène moyen.*—(*Stampien*).—1. *Brachyodus borbonicus* sp. Gervais. Cette espèce existe assez communément dans les argiles stampiennes supérieures de St. Henri près Marseille où P. Gervais la signalé sous le nom de *Hyopotamus borbonicus* (*Zool* et *pal. génér.* pl. 26, fig. 11); les dimensions de la mandibule figurée par Gervais sont presque les mêmes que celles du sujet type de St. Pourçain (m^2 inf. mesure 21 millim.)

2. *Brachyodus porcinus* sp. Gervais. Des argiles stampiennes de Digoin (Saône et Loire) Gervais a décrit (*Zool. pal. fr.* p. 192 pl. 31. fig. 9.) sous le nom *Hyopotamus porcinus* un *Brachyodus* sensiblement plus petit que le *B. borbonicus* et pouvent être considéré comme son précurseur direct. m^2 supérieure mesure 15 milim. sur le bord externe.

J'ai figuré moi même (*Mém. soc. pal. Suisse*, 1902, fig. 3 dans le texte) du Stampien de Céreste (Basses-Alpes) un B. *porcinus* à peine un peu plus fort que le type de Digoin: m^2 supérieure mesure 16 millim. sur le bord externe c'est une différence de valeur individuelle.

4° *Oligocène inférieur* (*Sannoisien*).—1. *Brachyodus porcinus* sp. Gerv.

Il existe dans l'Oligocène inférieur de l'île de Wight (Hemstead beds) un *Brachyodus* de taille intermédiaire entre le B. *borbonicus* et le B. *porcinus* (m^1 sup. = 18 millim.): Lydekker la attribué (Catal. fossil Mamm. Brit. Mus. part III, p. 229, fig. 31.) avec raison à mon avis, à la dernière de ces espèces, et on peut considérer vraisemblablement cet animal comme la souche ancestrale des *Brachyodus* stampiens et aquitaniens.

2. *Brachyodus Cluai* Dep. Le *Brachyodus* de Tárrega qui appartient au Sannoisien supérieur, est de la taille de B. *porcinus* de Céreste (m^2 sup. mesure 16'5 millim.); mais ainsi que je l'ai dit dans cette Mémoire, des caractères un peu particuliers (forme subtriangulaire des molaires supérieures, structure plus bunodonte des denticules externes de ces molaires) me paraissent exclure cette forme de la filiation directe des *Brachgodus,* dont elle représente sans doute un *rameau latéral* détaché de ce genre à l'époque Eocène, et montrant quelques affinités avec le groupe de *Anthracotherium.*

5° *Eocène supérieur* (*Ludien*). La seule forme connue jusqu'à ce jour de l'étage Ludien est le *Brachyodus crispus* Gervais, du Ludien supérieur de Gargas (*Zool.* et *pal. fr.* pl. 12, fig. 7) rapporté à tort par ce paléontologiste au genre *Xiphodon.* La taille de cette espèce est sensiblement inférieure à celle des *Brachyodus* oligocènes: m^2 supérieure mesure 13 millim.), auxquels elle se rapporte bien par l'ensemble de la structure dentaire. La pièce-type est malheureusement perdue et aucun autre fragment de cet animal intéressant n'a pu être retrouvé dans le gissement de Gargas.

Le *Ludien inférieur* (niveau d'*Euzet-les-Bains* et d'*Hordwell*) n'a fourni jusqu'à ce jour aucune forme du groupe des *Brachyodus.*

6° *Eocène moyen* (Bartonien) Les faunes bartoniennes de Robiac (Gard) et de Mormont (Suisse) ont fourni d'abondants débris d'un Anthracothéridé à molaires très basses, plus même que chez les *Brachyodus* oligocènes, et différent en outre par des prémolaires *plus allongées et en série continue.* Pictet a désigné cette forme sur le nom de *Hyopotamus Gresslyi* Rütimeyer (*Mém. s. l. animaux Vértébrés du Canton de Vaud, Supplément,* pl. 24. fig. 8-13). Ce nom spécifique ne peut être conservé, car v. Meyer l'avait appliqué (*Tapinodon Gresslyi* in Bronn Lethæa pl. 52 fig. 5), à une dernière molaire inférieure usée d'un animal très différent et dont le type est d'ailleurs égaré. Comme il ne s'agit pas non plus d'un *Hyopotamus,* je suis amené á proposer pour cette espèce bartonniene le nom nouveau de *Catodus robiacensis,* qui indique l'abaissement remarquable de la couronne. J'ai l'impression que ce genre *Catodus* se place dans la filiation ancestrale directe des *Brachyodus,* mais il faut pour une démonstration plus positive, attendre de voir combler la lacunne qui empèche encore dans le Ludien inférieur, la jonction complète de ces deux genres.

7° *Eocène moyen* (*Lutécien*). Rutimeyer a décrit du *sidérolithique* d'*Egerkingen* une forme très voisine de l'animal bartonien de Mormont, mais de dimensions plus petites: et il le désigne sous le nom de *Hyopotamus Gresslyi* Rutim.

(*Eoc. Saügeth Egerkingen* 1892, pl.IV; fig. 1) mais en associant malheureusement sous le même nom de restes de *Dacrytherium*. J'ai retrouvé l'espèce d'Egerkingen dans le sidérolithique de Lissieu, près Lyon, et je propose de désigner cette forme du Lutécien supérieur sous le nom de *Catodus Rutimeyeri* n. sp.

Au delà du Lutécien nous ne pouvons plus, faute de documents, suivre le rameau ancestral des *Brachyodus-Catodus,* et nous ne pouvons dire pour le moment dans quelle contrée il pourra être découvert un jour dans l'Eocène inférieur.

Mais nous possédons déjà, du Lutécien supérieur au Burdigalien, un *rameau phylétique* presque continu allant du *Catodus Rutimeyeri* au *Brachyodus onoideus;* c'est le rameau le plus long de tous ceux qu'on peut reconstruire à l'heure actuelle dans l'histoire des Mammifères tertiaires.

2° Rongeurs

Famille des *Theridomydés*

Genre *Theridomys* Jourdan

Theridomys siderolithicus Pictet.

Race *major* n. v.

(pl. IV, fig. 6—6.[a])

Synonymie—*T. siderolithicus* Pictet *Vértébrés du Canton de Vaud.* p. 81, pl. VI, fig. 11-12—Supl. p. 130 pl. XIV, fig. 4.
T. Vaillanti Gervais. *Zool. et paléont. fr.* p. 33, pl. 44 fig. 27-28 et pl. 46, fig. 10.

Description—Ce Rongeur *Protragomorphe* est représenté à Tárrega par un crâne écrasé, vu par la face palatine.

On ne peut étudier sur cette pièce l'ostéologie du crâne; on peut noter cependant du côté gauche que l'arcade zygomatique s'insérait en avant de la rangée des molaires et à peu près à la hauteur de la racine de ces dents: cette disposition se montre chez tous les Rongeurs du tertiaire ancien.

Des dents antérieures, on ne peut observer qu'une seule *incisive* couchée sur le côté et vu par sa face latérale externe; elle est très recourbée et fortement comprimée en travers.

Les *molaires* sont au nombre de 4 (1 P et 3 M)., en place du côté droit, mais couchées sur le côté et vues par la face interne. Les deux dernières seulement existent du côté gauche et sont visibles par la couronne.

Les *arrière-molaires* diminuent de grandeur d'avant en arrière: la *prémolaire* est un peu moins forte que la 1re arrière-molaire.

Fig. 6. $\frac{2^{1}5}{1}$

La structure de ces dents est conforme à celles des *Theridomys,* genre répandu de l'Eocène supérieur à la fin de l'Oligocène. La couronne est quadratique, à surface un peu creusée au centre et saillante sur les deux bords; elle porte du côté interne un seul repli d'émail large et dirigé obliquement en avant. Du côté externe se trouvent 4 plis d'émail plus étroits et à direction perpendiculaire; le premier et le trosième plis sont les plus profonds, le quatrième est très petit et isolé rapidement par l'usure en un îlot d'émail détaché.

La longueur des 4 molaires est de 9 millimètres.

Rapports et différences.—M. Schlosser a établi dans les *Theridomys* deux sections: la 1re dont le type est le *T. gregarius* Schloss., des phosphorites, se distingue par ses molaires à couronne quadratique et ses plis d'émail très longs, mais en revanche assez étroits. La 2e section qui a pour type le *T. aquatilis* Pomel, de Ronzon, a des molaires plus rondes et des plis d'émail plus courts. L'espèce de Tárrega rentre sans hésiter dans la première section.

Cette forme se rapproche beaucoup du *T. siderolithicus* Pictet, du sidérolithique du Canton de Vaud et de l'Eocène supérieur de Gargas (= *T. Vaillanti* Gervais), dont la taille est presque la même: les 4 M. 9 mill. dans le type de Tárrega et 8 mill. 5 dans un spécimen de Gargas que j'ai à ma disposition. Les caractères des dents sont aussi presque identiques: 1.° La prémolaire est, dans les deux types, un peu moins forte que m^1. 2° Sur toutes les molaires, les bandes d'émail placées entre le 1er et le 2e repli et entre le 3e et le 4e s'élèvent sur le bord externe en un véritable petit denticule conique qui fait saillie sur le reste de la couronne. Ce petit cône est peut-être un peu moins accusé dans l'animal de Tárrega, mais la différence est trop faible pour ne pas être individuelle.

Le *T. gregarius* Schl. du Quercy est de taille plus petite (4 M = 7 mlli. 7); la prémolaire est plus forte que m^1; enfin on n'y voit pas au même degré les deux petits cônes du bord externe.

En résumé, je crois devoir réunir le *Theridomys* de Tárrega au *T. siderolithicus* de Gargas, du Canton de Vaud et de Fronstetten, à titre de simple race régionale espagnole un peu plus forte (race *major.)*

3.° Carnassiers

Famille des Mustélidés

Genre *Plesictis* Pomel

Plesictis Filholi n. sp.

(pl. IV, fig. 5)

Syn. *Plesictis robustus* Filhol non Pomel *Phosphorites du Quercy* (Ann sc. géol. t. 8, 1877, p. 49, sans figure.)

— — Schlosser. *Die Affen, Lemuren u. Carnivoren d. europ. Tertiärs* 2.e partie p. 134, pl. VIII, fig. 41. 44.

Le gissement de Tárrega a fourni une branche mandibulaire droite d'un petit Carnassier qui appartient à la famille des Mustélidés par sa formule dentaire: 1 canine, 4 prémolaires, 1 carnassière et 1 tuberculeuse. Le fort développement de cette tuberculeuse qui est à deux racines et mesure 4 millim. de longueur permet de l'attribuer au genre *Plesictis,* très répandu dans tout l'Oligocène.

L'os de la mandibule est court et trapu, à bord inférieur assez incurvé et convexe; la branche montante est large, forte et son bord antérieur dirigé obliquement en arrière.

La canine est forte, verticale et légèrement incurvée en arrière. Des 4 prémolaires, p^1 touche presque la canine; elle est biradiculée, mais la couronne est petite, à une seule pointe, sans talon antérieur ni postérieur, p^2 est analogue à la précédente, mais plus grande, avec un bord postérieur plus allongé que l'antérieur, mais sans pointe accesoire, p^3 et p^4 sont au contraire pourvues sur le bord postérieur d'une forte pointe accessoire et en outre d'un bourrelet basilaire assez épais, formant talon en avant et surtout en arrière. La carnassière m^1 a sa couronne malheureusement rongée et peu propre à l'étude; son talon assez fort me semble avoir été très abaissé du côté interne comme chez les *Plesictis* des phosphorites. La tuberculeuse m^2 est allongée et sa couronne comprend deux pointes antérieures, suivies d'un talon plus bas.

Longueur de la série dentaire en arrière de la canine,	27	millim.
prémolaires.	16'5	»
carnassière	6'5	»
tuberculeuse	4	»

M. Schlosser a montré que le genre *Plesictis* comprend un grand nombre d'espèces à caractères peu homogènes et qu'il faudra pent-être le subdiviser. Il a

indiqué en particulier deux groupes: le premier qui comprend toutes les espèces des phosphorites est caractérisé par le talon de la carnassière inférieure à bord interne beaucoup plus bas que l'externe et par conséquent peu ou pas excavé en cupule. Dans le deuxième groupe qui comprend les espèces de l'Oligocène supérieur de Langy, de Cournon, et de Saint Gérand-le-Puy, le talon de la carnassière est en cupule par suite du relèvement du bord interne de ce talon. Malgré le mauvais état de préservation de la carnassière, le type de Tárrega m'a paru se rattacher au premier groupe.

Les espèces des phosphorites sont au nombre de trois: le *P. palmidens* Filhol est plus fort que celui de Tárrega; la rangée des 6 molaires mesure 33 millim. (sec. Filhol, au lieu de 27 millim.): de plus p^3 ne porte pas de pointe accessoire sur le bord postérieur.

Le *P. pygmæus* Schlosser est beaucoup plus petit (les 6 molaires mesurent 20 millim.)

Au contraire l'espèce désignée par Filhol et Schlosser comme *P. robustus* concorde par ses dimensions avec la forme de Tárrega (les 6 M. mesurent 26 á 27 millim.) et la figure que donne M. Schlosser d'une partie de mandibule avec p^4 - m^2 est fort semblable à ce dernier. On peut regretter seulement que l'absence de p^3 dans la figure précitée empêche de voir si cette dent portait comme l'animal d'Espagne, une denticule accessoire.

Sous la réserve que comporte cette dernière considération, je propose de réunir le carnassier de Tárrega à l'espèce moyenne des phosphorites. Comme il est impossible de maintenir à cette espèce le nom de *P. robustus* appliqué par Pomel en 1854 (*Catalogue méthodique*, p. 60) à une forme de Langy très différente de celle des phosphorites (série des 6 molaires 46 millim.), je propose de donner à l'espèce des phosphorites le nom de *P. Filholi* n. sp.), en lui réunissant provisoirement, la mandibule de Tárrega décrite dans cette Mémoire.

Famille des Amphicyonidés

?*Amphicyon* ou *Pseudamphicyon* sp.

(pl. IV, fig. 2, 3, 4.)

Le gissement de Tárrega a fourni divers os d'une patte postérieure appartenant à un même individu d'un Carnassier de la famille des *Amphicyonidés*. Ces os étaient dispersés sur une certaine surface de calcaire marneux: il m'a été possible de les extraire et de les rassembler pour reconstituer un pied de derrière gauche (pl. IV, fig. 2) auquel manquent l'astragale, le scaphoïde, le 3e cunéiforme, le 3e et le 5e métatarsiens, et plusieurs phalanges. J'ai retrouvé l'astragale et le 3e métatarsien de l'autre pied, c'est-à-dire du côté droit, que je figure à côté (pl. IV, fig. 3, 4).

Ce pied plantigrade à 5 doigts, offre les caractères habituels du groupe des *Amphicyonidés,* avec ses métapodes courts et arrondis, ses phalanges unguéales comprimées et tranchantes au-dessus, devant porter une griffe assez longue et acérée; ce pied rappelle en beaucoup de points celui des Ours.

La détermination même générique de cette pièce est fort difficile, en l'absence complète de la dentition de ce Carnassier, qui peut appartenir soit au genre *Amphicyon* Lartet, de l'Oligocène moyen et supérieur et du Miocène, soit peut-être plus probablement au genre *Pseudamphicyon* Schlosser, des phosphorites et du sidérolithique de Suisse et du Wurtemberg. Les os des pieds de ces animaux sont en général fort mal connus. A en juger par les dimensions de l'astragale, qui sont égales à celles de l'astragale d'*Amphicyon lemanensis* de Saint-Gérand-le-Puy, figuré par Filhol (*Ann. sc. géol.* t. 10, 1879, pl. 16, fig. 4) l'espèce de Tàrrega atteignait les dimensions d'un Chien de forte taille ou d'un petit Ours. Le *Pseudamphicyon crassidens* Filhol et le *Brachycyon Gaudryi* Filhol des phosphorites sont des animaux à peu près de même taille que l'*Amphicyon lemanensis,* mais les os de leur patte ne sont pas connus.

Il faut donc attendre la découverte à Tárrega de dents de ce Carnassier pour une détermination plus précise.

II Reptiles

Ordre des Chéloniens

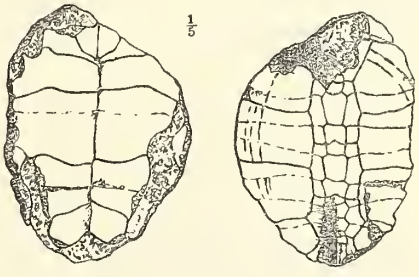
Emydes ou Tortues de marais

Genre *Chrysemys* Gray

Chrysemys Lachati sp. Sauvage

Syn. *Platyemys Lachati* Sauvage. Bull. soc. géol. France, 3e sér., t. I, p. 371, pl. VIII.

Fig. 7.



J'ai pu étudier du gissement de Tárrega une boite osseuse presque complète (carapace associée au plastron) d'une Emyde de petite taille, appartenant sans doute à un *jeune sujet,* comme le montre la présence d'une carène longitudine

saillante sur la ligne médiane de la carapace en arrière; on sait que ces carènes tendent à disparaitre chez l'adulte. Je rapporte pour cette raison à la même espèce une autre carapace très écrasée, mais de taille plus forte, provenant du même point; la forme des *pièces vertébrales* me parait du reste identique dans les deux sujets.

L'Emyde de Tárrega se rapporte assez exactement au genre *Chrysemys* Gray, dont les caractères essentiels sont les suivants: *pièces osseuses vertébrales* allongées, hexagonales avec les plus petits côtés antéro-latéraux; *écailles vertébrales* bien plus longues que larges avec angle saillant sur le côté; silloné cailleux huméro-pectoral placé en arrière de l'entosternum qui n'est pas coupé par ce sillon; faible développement d'avant en arrière de l'ecaille humérale.

Cependant, il faut ajouter que dans la Tortue de Tárrega, le sillon huméro-pectoral est placé très peu en arrière de l'entosternum dont il est séparé par une distance de 2 millim. à peine; il en résulte que l'écaille humérale est plus développée d'avant au arrière que dans les *Chrysemys* typiques. A ces deux points de vue, et en même temps par la forme étroite de la partie postérieure du plastron, l'espèce de Tárrega tend à se rapprocher du genre *Ocadia* Gray et à diminuer ainsi l'intervalle entre ces deux genres.

Au point de vue spécifique, je crois devoir réunir provisoirement l'Emyde de Tárrega à l'espèce de l'Oligocène des Basses-Alpes décrite par M. Sauvage sous le nom de *Platyemys Lachati* parce que je ne trouve, aucune différence essentielle entre ces deux Tortues, soit au point de vue de la forme des pièces vertébrales, soit au point de vue des écailles vertébrales munies dans les deux types, d'une petite pointe médiane antérieure. Les écailles costales portent il est vrai, dans la carapace de Manosque, des sillons concentriques plus accusés que dans celle d'Espagne, mais on sait par l'étude des Emydes actuelles, que ce caractère varie beaucoup avec l'âge des sujets.

Nous ne connaissons malheureusement pas le plastron de la Tortue de Manosque et il nous est impossible d'apprécier comparativement les importants caractères tirés de la position de l'entosternum par rapport au sillon huméro-pectoral et de la largeur de l'écaille humérale. La réunion de ces deux Emydes doit donc être regardée comme un peu provisoire.

Potamites ou Tortues de fleuve

Genre Trionyx Geoffroy

Les lignites d'Almatret, contemporains probablement de ceux de Calaf (Sannoisien inférieur) ont fourni à M. Vidal une partie de carapace de *Trionyx*, à laquelle manquent malheureusement les pièces vertébrales et costales postérieures, éléments essentiels d'une détermination specifique. Tout ce que l'on peut noter de précis c'est qu'il n'existe qu'une seule *pièce vertébrale* allongée entre la

1re paire des pièces costales; et ce caractère existe d'ailleurs chez la plupart des nombreux *Trionyx* tertiaires d'Europe. Nous devons nous borner à noter la présence des Tortues de fleuve dans l'Oligocène inférieur du bassin de l'Ebre.

Ordre des Crocodiliens

Famille des Crocodilidés

(section Brévirostre)

Diplocynodon sp.

Les débris de Crocodiliens ne sont pas rares à Tárrega et M. Vidal possède même dans sa collection des crânes ou portions de crâne que, s'ils étaient l'objet d'une préparation délicate, pourraient, peut-être, fournir les éléments d'une étude très complète. Les pièces que j' ai à ma disposition ne me permettront pas une détermination aussi précise. Cependant une partie de crâne, très déprimé, et vu par la face palatine, permet d'assurer qu'il s'agit d'un Crocodile du groupe *brévirostre* et même d'un type à museau très obtus, dans la formée des *Alligator*.

La présence d'une échancrure latérale sur le côté du palais (destinée à loger les 3e et 4e dent inférieure) me parait indiquer une espèce du genre *Diplocynodon* Pomel, très répandu à tous les niveaux de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène européen (Hordwell, Ronzon, Armissan, Mayence, Saint-Géraud-le-Puy, etc.) mais il est impossible de donner une détermination spécifique.

PRESENTED
14 MAY. 1906
NATURAL
451

Lámina I.

Brachyodus Cluvi n. sp.

Fig. 1.—Cráneo de hembra adulta visto por la cara palatina, mostrando la série de los 7 molares. Tamaño natural.

Fig. 2.—Media mandíbula derecha de hembra, vista por dentro, mostrando la série completa de los 7 molares, el canino y los 3 incisivos. Tamaño natural.

Planche I.

Brachyodus Cluvi n. sp.

Fig. 1.—Crâne d'un sujet femelle adulte, vu par la face palatine, montrant la série des 7 molaires. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—Demi-mandibule droite d'un sujet femelle, vue par dedans, montrant la série complète des 7 molaires, de la canine et des 3 incisives. (Grandeur naturelle).

Lámina I.

Brachyodus Cluai n. sp.

Fig. 1.—Cráneo de hembra adulta visto por la cara palatina, mostrando la série de los 7 molares. Tamaño natural.

Fig. 2.—Media mandíbula derecha de hembra, vista por dentro, mostrando la série completa de los 7 molares, el canino y los 3 incisivos. Tamaño natural.

Planche I.

Brachyodus Clai n. sp.

Fig. 1.—Crâne d'un sujet femelle adulte, vu par la face palatine, montrant la série des 7 molaires. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—Demi-mandibule droite d'un sujet femelle, vue par dedans, montrant la série complète des 7 molaires, de la canine et des 3 incisives. (Grandeur naturelle).

NOTA DE M. CHARLES DEPÉRET.

LAM. 1

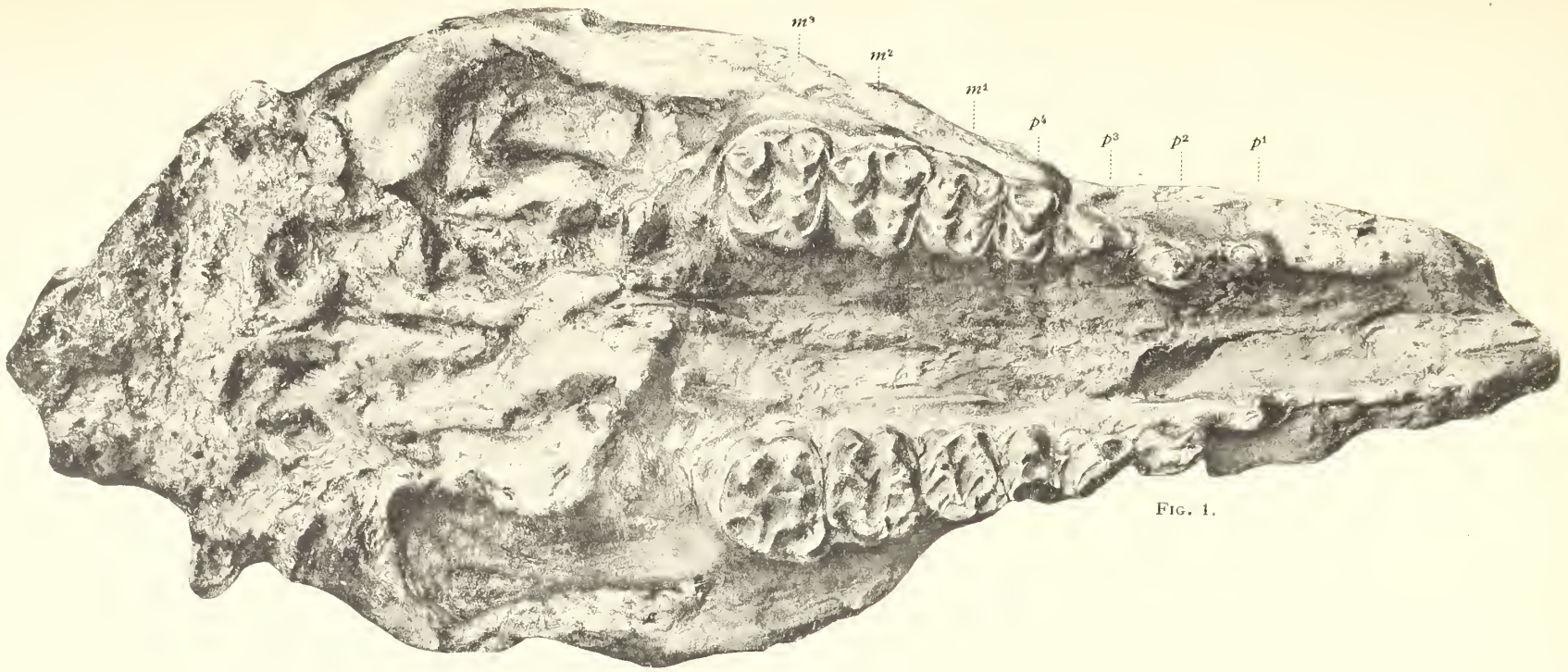


FIG. 1.

FIG. 2.

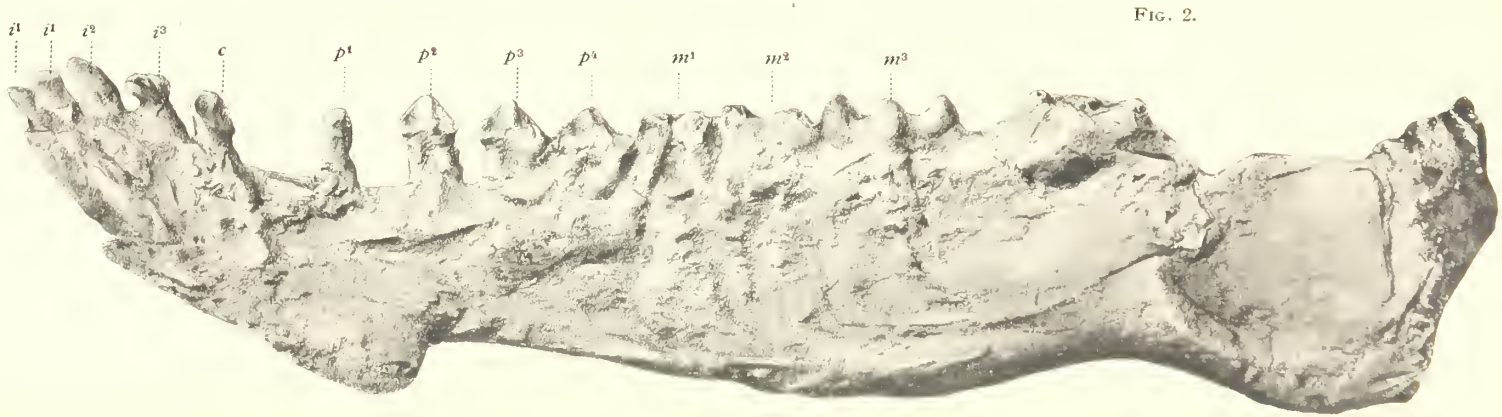


Lámina II.

Brachyodus Cluai n. sp.

Fig. 1.—Cráneo de macho adulto visto por la cara lateral derecha. Tamaño natural.

Fig. 2.—El mismo cráneo visto por la cara lateral izquierda y la cara palatina, mostrando la série de los 7 molares, el canino de los dos lados y el tercero y primer incisivos. Tamaño natural.

Planche II.

Brachyodus Cluai n. sp.

Fig. 1.—Crâne d'un sujet mâle adulte vu par la face latérale droite. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—Le même crâne vu par la face latérale gauche et la face palatine, montrant la série des 7 molaires, la canine des deux côtés, la 3e et la 1re incisives. (Grandeur naturelle).

Lámina II.

Brachyodus Chuni n. sp.

Fig. 1.—Cráneo de macho adulto visto por la cara lateral derecha. Tamaño natural.

Fig. 2.—El mismo cráneo visto por la cara lateral izquierda y la cara palatina, mostrando la série de los 7 molares, el canino de los dos lados y el tercero y primer incisivos. Tamaño natural.

Planche II.

Brachyodus Chuni n. sp.

Fig. 1.—Crâne d'un sujet mâle adulte vu par la face latérale droite. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—Le même crâne vu par la face latérale gauche et la face palatine, montrant la série des 7 molaires, la canine des deux côtés, la 3e et la 1re incisives. (Grandeur naturelle).

NOTA DE M. CHARLES DEPÉRET.

LÀM. 2.

FIG. 1

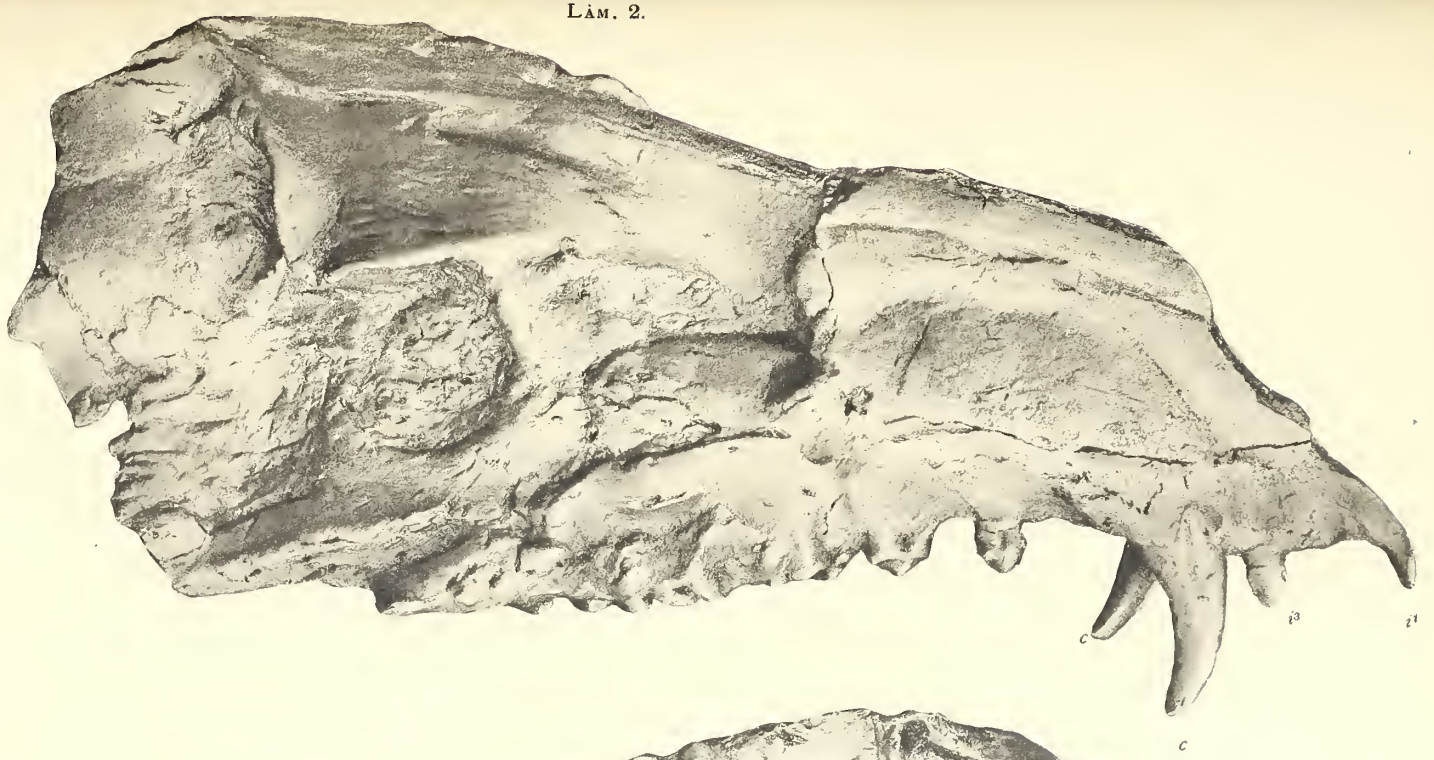


FIG. 2.

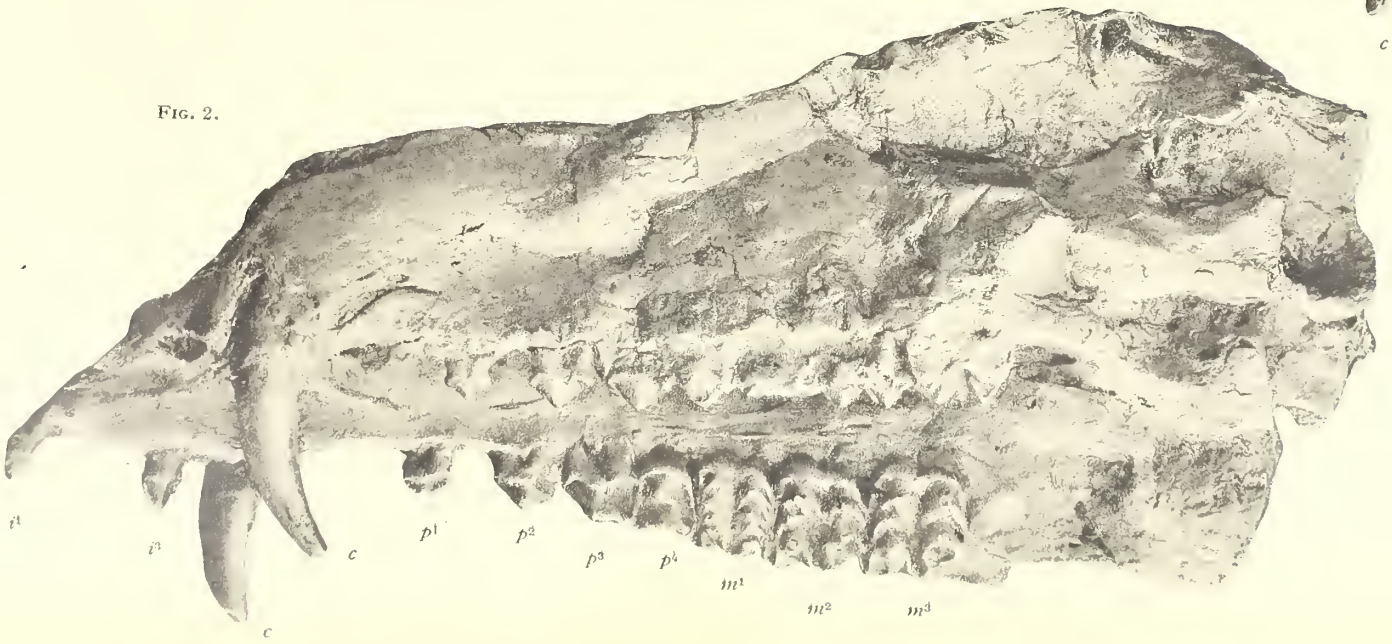


Lámina III.

Brachyodus Cluai n. sp.

Fig. 1.—Parte anterior del cráneo de un robusto macho adulto, mostrando la série de los 7 molares y los alveolos del canino y de los incisivos. Tamaño natural.

Fig. 2.—Parte anterior de mandíbula del mismo indivíduo, mostrando los dos últimos molares, el primer premolar y el canino roto. Tamaño natural.

Fig 3.—Fragmento de mandíbula izquierda con m^2 m^1 y p^4. Tamaño natural.

Fig. 4.—Media mandíbula izquierda de un indivíduo joven con p^3 p^4 m^1 y m^2; m^3 está aún en su alveolo. Tamaño natural.

Planche III.

Brachyodus Cluai n. sp.

Fig. 1.—Partie antérieure du crâne d'un fort sujet mâle adulte, montrant la série des 7 molaires et les alvéoles de la canine et des incisives. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—Partie antérieure de mandibule du même sujet, montrant les deux dernières M. la dernière prémolaire et la canine brisée. (Grandeur naturelle).

Fig 3.—Fraigment de mandibule gauche avec m^2, m^1 et p^4. (Grandeur naturelle).

Fig. 4.—Demi-mandibule gauche d'un jeune sujet avec p^3, p^4, m^1 et m^2; m^3 est encore dans son alvéole. (Grandeur naturelle).

LÁMINA III.

Brachyodus Claui n. sp.

Fig. 1.—Parte anterior del cráneo de un robusto macho adulto, mostrando la serie de los 7 molares y los alveolos del canino y de los incisivos. Tamaño natural.

Fig. 2.—Parte anterior de mandíbula del mismo individuo, mostrando los dos últimos molares, el primer premolar y el canino roto. Tamaño natural.

Fig. 3.—Fragmento de mandíbula izquierda con m_2 m_1 y p_4. Tamaño natural.

Fig. 4.—Media mandíbula izquierda de un individuo joven con p_3 p_4 m_1 y m_2; m_3 está aún en su alveolo. Tamaño natural.

PLANCHE III.

Brachyodus Claui n. sp.

Fig. 1.—Partie antérieure du crâne d'un fort sujet mâle adulte, montrant la série des 7 molaires et les alvéoles de la canine et des incisives. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—Partie antérieure de mandibule du même sujet, montrant les deux dernières M. la dernière prémolaire et la canine brisée. (Grandeur naturelle).

Fig. 3.—Fragment de mandibule gauche avec m_2, m_1 et p_4. (Grandeur naturelle).

Fig. 4.—Demi-mandibule gauche d'un jeune sujet avec p_3, p_4, m_1 et m_2; m_3 est encore dans son alvéole. (Grandeur naturelle).

NOTA DE M. CHARLES DEPÉRET.

LÁM. 3.

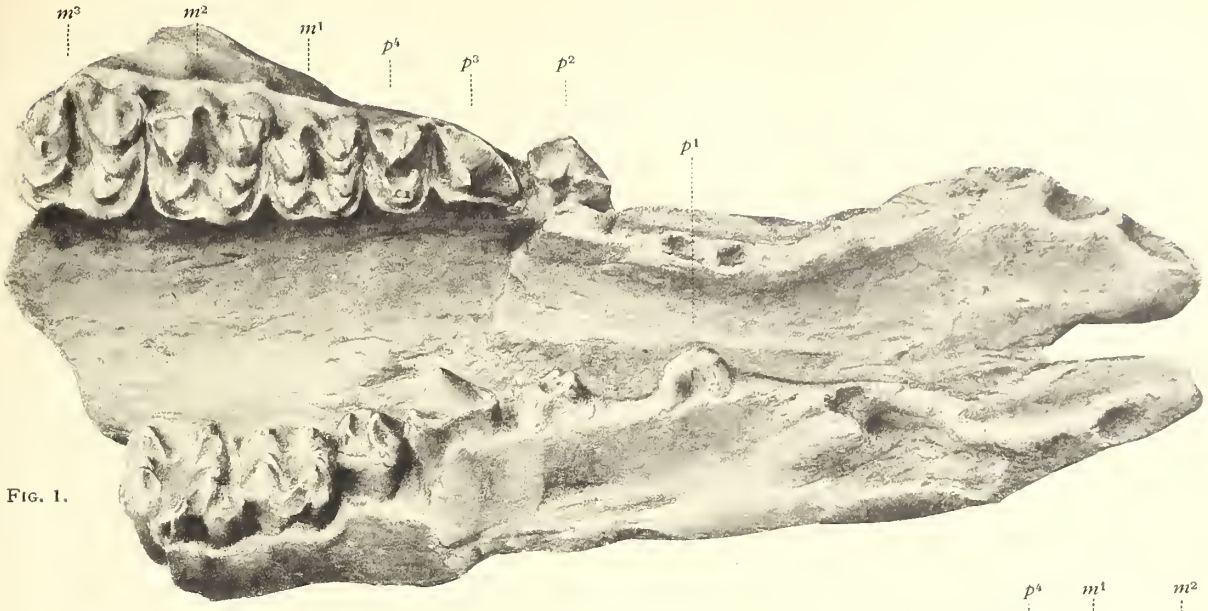


FIG. 1.

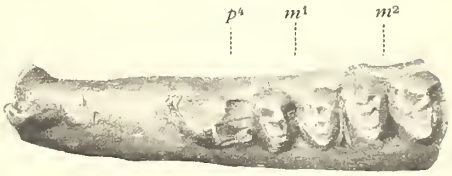


FIG. 3.

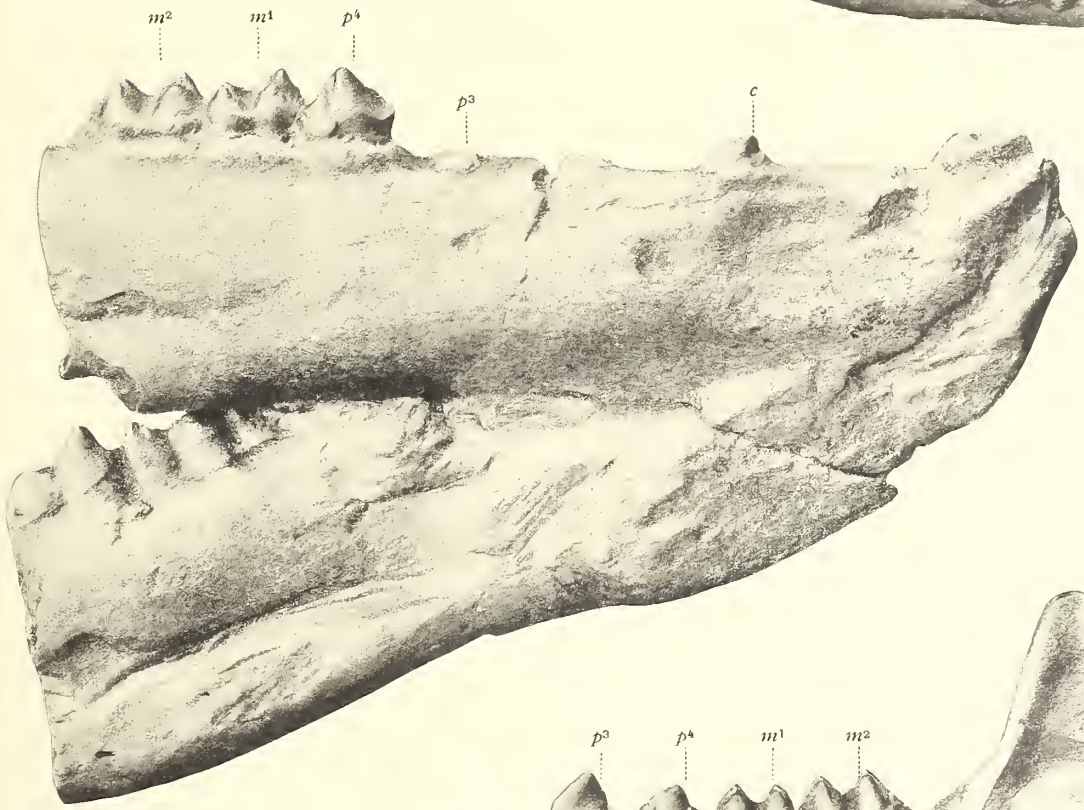


FIG. 2.

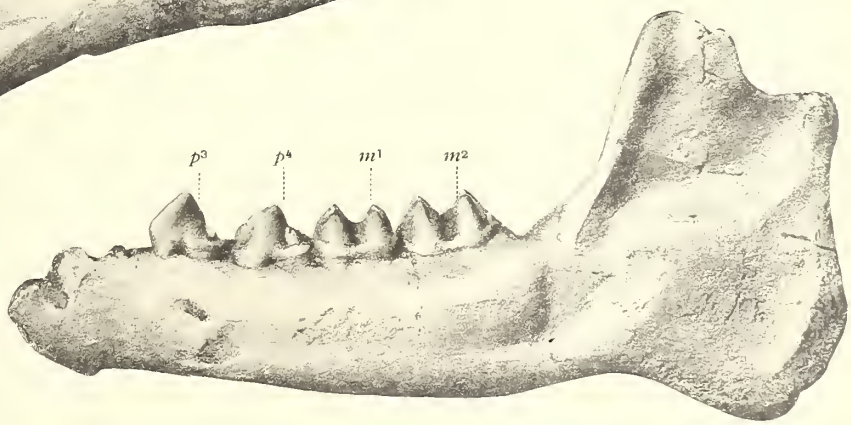


FIG. 4.

Lámina IV.

Fig. 1.—*Brachyodus Cluai* n. sp.—Parte anterior de cráneo de hembra mostrando los 7 molares y además el canino y los 3 incisivos en su sitio. Tamaño natural.

Fig. 2.—*Amphicyon* ó *Pseudamphicyon* sp.—Pata posterior izquierda incompleta mostrando *ca*=calcáneo: *cu*=cuboide: *cn*=1.er cuneiforme: 1 *mt*, 2 *mt*, 4 *mt*,=2.º 3.º y 4.º metatarsianos: 1 *p*, 2 *p*, 3 *p*=1.ª, 2.ª y 3.ª falanges. Tamaño natural.

Fig. 3.—Id.—3 *mt*=3.er metatarsiano aislado, del lado derecho.

Fig. 4.—Id.—Astrágalo, del lado derecho.

Fig. 5.—*Plesictis Filholi* n. sp.—Media mandíbula derecha, con el canino, los 4 premolares, la carnicera y la tuberculosa, estos dos últimos muy gastados. Tamaño natural.

Fig. 6.—*Theridomys siderolithicus* Pictet: var. *major*.—Cráneo visto por la cara palatina. Tamaño natural.

Fig. 6.ª—El mismo, aumentado doble, mostrando la série de los 4 molares.

Planche IV.

Fig. 1.—*Brachyodus Cluai* n. sp.—Partie antérieure de crâne d'un sujet femelle, montrant les 7 molaires, plus la canine et les 3 incisives en place. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—*Amphicyon* ou *Pseudamphicyon* sp.—Patte postérieure gauche incomplète montrant: *ca*. calcanéum, *cu*, cuböide, *cn* 1er cunéîforme. 1 *mt*, 2 *mt*, 4 *mt*. 2e, 3e et 4e métatarsiens. 1*p*. 2*p*. 3*p*. 1re, 2es et 3e phalanges. (Grandeur naturelle).

Fig. 3.—*Id*.—3 *mt*.—Troisième métatarsien isolé du côté droit. (Grandeur naturelle).

Fig. 4.—*Id*.—Astragale du côté droit. (Grandeur naturelle).

Fig. 5.—*Plesictis Filholi* n. sp.—Demi-mandibule droite avec la canine, les 4 prémolaires, la carnassière et la tuberculeuse (ces deux dernières très usées. (Grandeur naturelle).

Fig. 6.—*Theridomys siderolithicus* Pictet, var *major*.—Crâne vu par la face palatine. (Grandeur naturelle.

Fig. 6ª—Le même grossi 2 fois montrant la série des 4 molaires.

Lámina IV.

Fig. 1.—Brachyodus Cluni n. sp.—Parte anterior de cráneo de hembra mostrando los 7 molares y además el canino y los 3 incisivos en su sitio. Tamaño natural.

Fig. 2.—Amphicyon ó Pseudamphicyon sp.—Pata posterior izquierda incompleta mostrando ca=calcáneo: cu=cuboide: cu=1.er cuneiforme: 1 mt, 2 mt, 4 mt,=2.° 3.° y 4.° metatarsianos: 1 p, 2 p, 3 p=1.ª, 2.ª y 3.ª falanges. Tamaño natural.

Fig. 3.—Id.—3 mt=3.er metatarsiano aislado, del lado derecho.

Fig. 4.—Id.—Astrágalo, del lado derecho.

Fig. 5.—Plesictis Filholi n. sp.—Media mandíbula derecha, con el canino, los 4 premolares, la carnicera y la tuberculosa, estos dos últimos muy gastados. Tamaño natural.

Fig. 6.—Thereidomys sideroliticus Pictet: var. major.—Cráneo visto por la cara palatina. Tamaño natural.

Fig. 6.ª—El mismo, aumentado doble, mostrando la serie de los 4 molares.

Planche IV.

Fig. 1.—Brachyodus Cluni n. sp.—Partie antérieure de crâne d'un sujet femelle, montrant les 7 molaires, plus la canine et les 3 incisives en place. (Grandeur naturelle).

Fig. 2.—Amphicyon ou Pseudamphicyon sp.—Patte postérieure gauche incomplète montrant: ca. calcaneum, cu, cuboïde, cu 1er cunéiforme. 1 mt, 2 mt, 4 mt. 2e, 3e et 4e métatarsiens. 1p. 2p. 3p. 1re, 2es et 3e phalanges. (Grandeur naturelle).

Fig. 3.—Id.—3 mt.—Troisième métatarsien isolé du côté droit. (Grandeur naturelle).

Fig. 4.—Id.—Astragale du côté droit. (Grandeur naturelle).

Fig. 5.—Plesictis Filholi n. sp.—Demi-mandibule droite avec la canine, les 4 prémolaires, la carnassière et la tuberculeuse (ces deux dernières très usées. (Grandeur naturelle).

Fig. 6.—Thereidomys sideroliticus Pictet, var major.—Crâne vu par la face palatine. (Grandeur naturelle.

Fig. 6ª—Le même grossi 2 fois montrant la série des 4 molaires.

NOTA DE M. CHARLES DEPÉRET.

LÁM. 4.

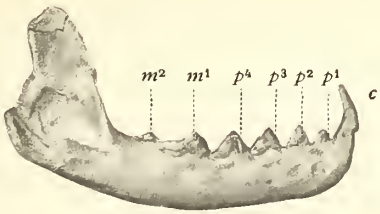


FIG. 5.

FIG. 4.

FIG. 6 *a*.

FIG. 6.

FIG. 3.

FIG. 2

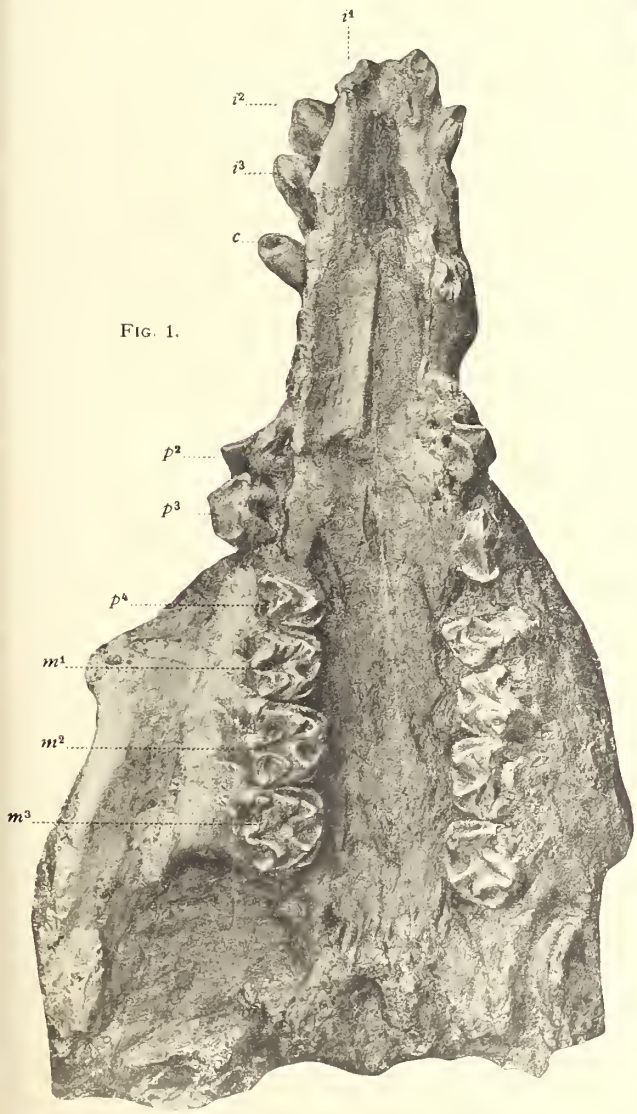


FIG. 1.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 22

NOTAS FITOGEOGRÁFICAS CRÍTICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JUAN CADEVALL Y DIARS

Publicada en abril de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

NOTAS FITOGEOGRÁFICAS CRÍTICAS

por el Académico numerario

Dr. D. Juan Cadevall y Diars

Sesión del 11 de noviembre de 1905.

Para completar la Flora de Cataluña, un doble trabajo de revisión y exploración es absolutamente necesario. En efecto, al examinar los herbarios que como fruto de su actividad nos legaron nuestros primeros botánicos, siéntese la necesidad de rectificar algunas especies y de concretar mejor otras vagamente determinadas. Y al visitar las comarcas imperfectamente recorridas y aún otras repetidamente visitadas, surgen especies ó formas nuevas para nuestra Flora, y crece el área de dispersión de otras que se creían circunscritas á ciertas localidades.

No somos partidarios de extremar la clasificación, estableciendo grupos basados en caracteres inseguros como resultantes de la adaptación ó de causas accidentales; pero no cabe desconocer que existen modificaciones de la especie perfectamente definidas, que es preciso señalar en cada caso. Así, por ejemplo, no bastará señalar en una localidad la presencia de la *Silene Saxifraga* L. ó del *Thymus Chamaedrys* Fr., porque las variedades *genuina* y *viscidula,* de aquélla, y *glabratus* y *vestitus,* de éste, difieren tanto entre sí, que alguna se dió como especie distinta. De igual modo, no queda suficientemente concretada la planta con sólo citar el *Papaver Rhaeas* L., pues aunque es difícil y aventurado, á veces, distinguir las cinco formas y muchas variedades admitidas por Rouy, no se requiere mucha competencia para distinguir al primer golpe de vista formas tan distintas como el *P. caudatifolium* Timb. y el *P. strigosum* Boemingh., muy frecuentes y no pocas veces mezclados en los campos.

Estas modificaciones constantes y manifiestas, á mi modo de ver, deben consignarse.

En cuanto á las comarcas, para apreciar debidamente su vegetación, no basta recorrerlas alguna vez casi en igual época de cada año, como por sus especiales ocupaciones suelen efectuarlo la mayoría de los botánicos; pues nadie ignora que la florescencia en cada localidad varía no sólo en las diversas plantas, si que también en una misma especie, según la intensidad de los meteoros que en su evolución influyen.

De aquí se sigue que tanto en lo recorrido y explorado, como en lo mucho que resta por recorrer y explorar, aún en las provincias mejor estudiadas, queda

ancho campo para la investigación del fitógrafo quien puede estar seguro de ver recompensados con gratas sorpresas sus afanes.

Se ha creído erróneamente, y yo mismo he padecido este error durante muchos años, que la Flora de nuestro país estaba casi completamente estudiada; cuando hay comarcas en Cataluña, y aún en la provincia de Barcelona, que apenas han recibido la visita de ningún botánico.

De la provincia de Tarragona no se conocen otros datos que los recogidos por Loscos y Pardo en la frontera de Aragón, por Costa y Webb en Horta, Montsant y Tortosa, por nuestro consocio Dr. Gibert en los alrededores de la Capital y algunos pocos por mí referentes á Salou, Reus y Riudecañas.

Casi otro tanto puede decirse de la provincia de Lérida, no obstante las exploraciones de Costa, Compañó, Gonzalez, Puiggarí, y las mías propias cerca la Capital, centro de Urgel y orilla derecha del Segre entre los dos Nogueras; puesto que las Garrigas, cordillera del Montsech y la región septentrional hácia los orígenes del Toro y del Noguera, con puertos como los de Caldas y de la Bonaigua, por falta de vías de comunicación ha sido muy superficialmente explorada.

La provincia más afortunada, desde el punto de vista botánico, ha sido la de Gerona, merced á la entusiasta actividad de algunos de sus hijos, como Bolós, Vayreda, Tremols y Texidor y aún del mismo Masferrer, que efectuó repetidas excursiones por las Guillerías.

Pero nuestra misma provincia de Barcelona, no obstante los trabajos de herborización de varios fitógrafos catalanes, puede considerarse como virgen en su parte septentrional formada por la Sierra de Cadí con sus estribaciones, mesetas y valles. Grau se limitó á estudiar las cercanías de Berga, particularmente Tagast, bosque de Sagalés y Rasos de Peguera, en cuyo último punto dejó, sin embargo, de notar especies tan interesantes como la *Arenaria querioides* Pourr. y *Agrostis alpina* Scop.

Costa, que según se infiere de sus citas, mostró singular predilección por la Maladetta, Viella y otros puntos de la cuenca alta del Garona, apenas debió pasar de las cercanías de Berga, donde herborizó en compañia de Grau y de Bubani. Finalmente, Salvador, que recorrió el trayecto comprendido entre Bagá y Pobla de Lillet, no parece haberse remontado á Castellar d' en Huch ni á otros puntos de la vecina cordillera. Verdad que para salvar la distancia de Berga á Bagá no había entonces, ni hasta muy recientemente, más que un mal camino de herradura.

Conrado Pujol, nieto de Grau, que ha escudriñado con provecho los alrededores de Berga, Cardona, varios puntos de la Segarra y, en compañía del doctor Sallent, el Pla de Bages, se ha internado hasta las Adous ó fuentes del Bastareny al pié de Paradell, distante unos 8 km. de Bagá en dirección NO., donde descubrió el *Bupleurum falcatum* L., *Lasiagrostis Calamagrostis* Link. y otras interesantes especies que en su día determiné y cuya existencia he recientemente comprobado. Pero ninguna cita existe del río Greixa, en cuyas orillas crece la

Aethusa Cynapium L., no citada en la provincia, y abundan la *Centaurea leucophaea* Jord., sólo señalada con duda en Ribas y Cerdaña por Vay. y la *Lactuca virosa* L., considerada por Costa como rara.

Sólo hay referencias vagas de Jover sobre el Cadí y poquísimas concretas de Isern sobre Coll de Jou; donde, sin embargo, hallé una planta nueva para Cataluña, la *Nepeta lanceolata* Lamk., var. *pyrenaea* Pau; y se dan la mano estirpes del Pirineo oriental, como la *Campanula speciosa* Pourr. con otras del Pirineo central, como la *Arenaria ciliata* L., y conviven de una y otra región especies nada comunes, como la *Gypsophila repens* L., *Potentilla alchemiloides* Lap., *Ononis cenisia* L., *Valeriana globulariaefolia* Ram., *Androsace villosa* L. y *Scutellaria alpina* L. ¡Quién sabe las sorpresas que nos aguardan al recorrer Pedra-forca, Coll-Pendís y Puigllansada!

Sólo la falta de vías de comunicación de que hice mérito, y lo abrupto del país explican el abandono en que han tenido la Sierra del Cadí los botánicos catalanes; pues en cuanto á los de la vecina República, compréndese que no mostraran por el Cadí igual interés que por lo restante del Pirineo oriental, puesto que si la vertiente meridional de esta región es catalana, la septentrional es francesa, al paso que entre el Cadí y el Pirineo francés media la Cerdaña española.

De las muchas excursiones que efectué desde Abril á Septiembre del presente año, ninguna ofreció tanto interés como la emprendida al Norte de la provincia desde el 24 de Julio al 5 de agosto, durante la cual recorrí en compañía del Dr. Sallent, de Tarrasa, Berga, Tagast, Rasos de Peguera, Bagá, Pobla de Lillet, Castellar de'n Huch, Coll de Jou y fuentes del Llobregat y Bastareny. Fué un simple tanteo, aunque ameno y provechoso, para otras excursiones más entretenidas y mejor preparadas.

Merece también mencionarse la visita girada á fines de mayo al centro del Urgel y á la orilla derecha del Segre desde Balaguer al Noguera Ribagorzana, que me proporcionó el hallazgo de interesantes especies.

Como se han descubierto plantas nuevas para Cataluña, para España y aún para la ciencia, y se han recogido datos y observaciones que obligan á rectificar la determinación de alguna y el área de dispersión de otras especies, creí oportuno dar cuenta á la Corporación del resultado de mis correrías por terrenos tan distantes y variados. Con tal objeto, reséñanse á continuación las plantas que ofrecen mayor interés por alguna de las expresadas circunstancias.

1. *Clematis recta* L.—Referida á varias localidades de las provincias de Gerona y Barcelona, abunda en los ramales de la acequia de Balaguer, hacia Menarguens y probablemente en otros puntos de la provincia de Lérida.—May. —Jun.

2. *Adonis aestivalis* L.—A la única cita concreta de Olot (Bolós), deben añadirse Ripoll (Ferr.!) y Menarguens (Cad.).

La var. de estas últimas localidades es la *miniata* Jacq. La *flava* Vill., en Err, Cerdaña, según Gautier.—Abr.—May.

3. *Ranunculus trichophyllus* Chaix.—Aguas encharcadas de Moncada.

Es difícil precisar á cuál de las doce formas admitidas por Rouy corresponde nuestra planta, pero me inclino á incluirla en la *Drouettii* Schultz., con la particularidad de hallarse en el mismo sitio una var. *terrestris* más robusta, aunque de menor talla.

4. *Diplotaxis Barrelieri* DC.—No citada aún en Cataluña, hállase á orillas de los caminos en Mollerusa y Menarguens, probablemente escapada de Aragón, donde la señala Asso.—May.—Jun.

5. *D. viminea* DC.; α. *genuina* Wk.—Referida por Salv. á Castelldefels y por otros á diferentes puntos de Cataluña, Costa no se atreve á decidir si es ésta ó la *D. muralis* DC., que considera «bastante extendida por todo el país». Sin embargo, todos los ejemplares que he observado desde Valldoreix á Bagá y Pobla de Lillet, como los remitidos á Costa desde Aragón, Urgel y Olot, unos con el nombre de *muralis* y otros con el de *viminea*, corresponden indudablemente á esta última especie, incluso uno considerado como á tal por dicho autor y cogido por él en Moncada. A primera vista se distinguen del *D. muralis* remitido desde Chambery por Huguenin y conservado en el herbario Costa. Yo no he podido encontrar aún en Cataluña el *D. muralis*, por más que Vay. lo refiere á la provincia de Gerona.—Abr.—Sept.

6. *Sisymbrium crassifolium* Cav.—Desde que Puigg. encontró esta planta en Prats de Rey, nadie más la había citado en Cataluña, hasta que Puj. C. la recogió en Bergús, parroquia al NO. de Cardona, á primeros de junio último. No difiere del cogido por Pau en *Cerro negro*, Madrid, pais clásico de esta especie.

No se equivocó Costa al sospechar la existencia del *S. hirsutum* Lagas., puesto que efectivamente abunda en los alrededores de Lérida y otros puntos de la provincia.

7. *Alyssum campestre* L.—Además de las localidades conocidas, extiéndese por el Urgel hasta cerca las orillas del Ribagorzana, entre Corbins y Torrelameo. El *montanum* L. se remonta en la provincia hasta cerca Castellar de 'n Huch, y el *alpestre* L. fué cogido por Ferr. en Nou-Creus, sobre Nuria.

8. *Draba aizoides* L.—A las localidades del Pirineo central y oriental en que se cita, debe agregarse Coll de Jou, en cuyos pastos abunda y la encontré á fines de julio, algo pasada.

9. *Kernera saxatilis* Rchb.—Descubierta en contados puntos del alto Pirineo, hállase en las rocas de Coll de Jou, al parecer bastante rara.—Jul.

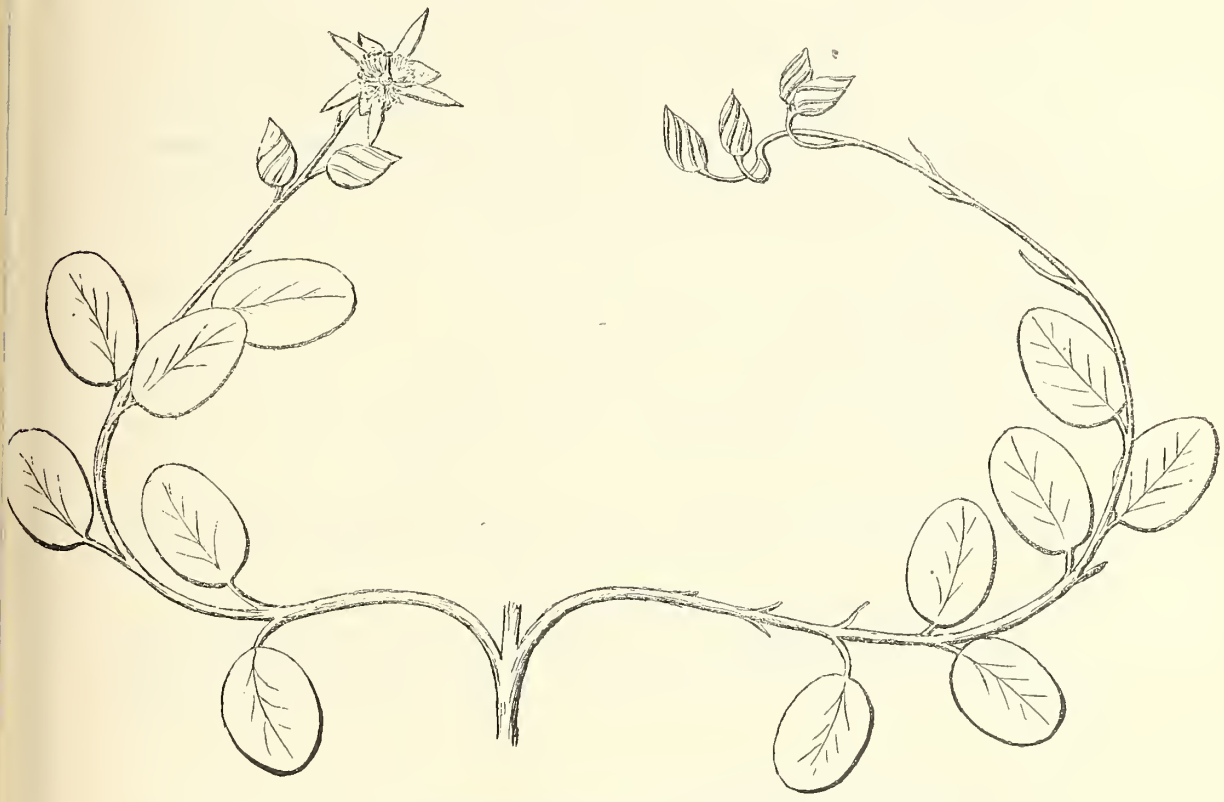
10. *Helianthemum pulverulentum* Wk.—*H. polifolium* DC.—Remóntase bastante más de lo que se creía, puesto que á fines de Julio lo cogí á una legua más arriba de Bagá en la orilla izquierda del Bastareny, frente á la torre de Santa Magdalena. Algunos piés presentaban flores rosadas.

11. *H. virgatum* Wk.; δ. *ciliatum*.—H. *ciliatum* Pers.

No solamente en los alrededores de Manresa, como Viladordis, si que tam-

bién en el confin septentrional del Vallés, pues se encuentra al pié del Montcau, á unos 1000 m. de altura, entre tomillos y planta baja.—Abr.—Jun.

12. *Helianthemum angustipetalum* Cad., nov. sp.



Helianthemum angustipetalum Cad. sp. nov.

Caulibus procumbentibus intricatis, basi suffrutescentibus, glabris superne-pilosis; foliis breviter petiolatis, ovatis vel ovalibus, planis, supra fusco-virentibus, pilosis, subtus cano-tomentosis; stipulis foliaceis, lanceolato-linearibus, petiolo longioribus, ciliatis; racemis brevibus, pauciflоris; bracteis herbaceis, pedicello brevioribus; sepalis ovalibus, obtusis, ad costas pilosis, inter costas pubero-tomentosis; petalis sublinearibus basi apiceque attenuatis, calyce longioribus, flavo-pallidis; capsula ovoidea subinflata, calyce longiore, tomentoso-puberula.

Varietati β. *hirsutum* Rouy, *formae Helianthemi serpyllifolii* Mill., *H. vulgari* Gaernt. *simillimum; diversissimis, vero, petalis, ac foliorum forma atque colore distinctis.*

In nemorosis fontis Tagast (Berga), *26 julii legi.*

No he podido referir esta planta, que parece rara, á ninguna de las muchas formas de mi herbario ni á las descritas por Rouy.

13. *H. canum* Gr. et G.—*H. montanum* Vis., subsp. *vineale* Pers., α. *genuinum* Rouy.

Además de Gardeny y Sierra de Cañellas, donde lo señalé hace años, córrese á la Sierra de Balaguer, entre Torrelameo y Menarguens.—May.—Jun.

14. *Fumana procumbens* Gr. et G.

Común desde Montserrat y S. Llorens del Munt á Bagá y Pobla de Lillet, extendiéndose por las provincias de Lérida y Gerona, generalmente mezclada y confundida con la *F. Spachii*, de la que se distingue sobre todo por su tallo *procumbente* y por sus pétalos *cuneiformes*.—May.—Ag.

15. *F. Spachii* Gr. et G., β. *ericoides* Dun.

Esta variedad, bien distinta del tipo, no citada en Cataluña, hállase en la Sierra de Balaguer junto á Menarguens.—May.

16. *Reseda Phyteuma* L. var. *integrifolia* Tex.

Remitida desde Montserrat por el P. Marcet, abunda en tierras labrantías de Bagá, de Tarrasa, y probablemente en otras partes. May.—Ag.

17. *Polygala vulgaris* L., subsp. *P. comosa* Schk.

Aunque no citada en Cataluña, pero sí en la vertiente francesa, ésta es, á mi entender, la planta que cogí en sitios herbosos de S. Vicente de Rus, entre Pobla de Lillet y Castellar de 'n Huch, el día 2 de Agosto último.

18. *Silene Saxifraga* L., γ. *viscidula* Giraud.

Esta interesante variedad, nueva para España, se distingue al punto de la α. *genuina* Rouy, muy extendida en el país, por la abundante viscosidad de sus tallos. Hállase en las rocas de Coll de Jou y sin duda en otros puntos del Cadí. —Jul.

19. *Gypsophila repens* L.

Referida por Costa á la Maladetta y otros puntos del Pirineo central, abunda en las rocas de Coll de Jou, en las que forma tupido césped.—Jul.

20. *Dianthus Requienii* Gr. et G.

A las varias localidades del Pirineo central citadas por Costa, y del oriental referidas por Vay., deben añadirse Tagast, Hospitalet, Coll de Jou y Castellar de 'n Huch. Jul.

21. *Alsine Jacquini* Koch.

Hállase en rocas y sitios pedregosos de Coll de Jou y es idéntica á la que vive en las paredes del Santuario de Nuria, donde Gaut. indica la *A. Jacquini* Koch, y Vay. la *mucronata*, con duda, señalando algunas diferencias respecto al tipo, fundadas en la longitud relativa de los pétalos, sépalos, brácteas y pedúnculos.

La verdad es que tanto en la planta de Coll de Jou como en la de Nuria, la longitud relativa de sus órganos florales parece variar en un mismo individuo, y si bien sus pétalos y cápsulas casi de igual longitud que el caliz, la aproximan á

la *mucronata*, sus semillas más bien *espinosas* que tuberculosas la acercan á la *Jacquini*.—Jul.—Ag.

22. *A. ciliata* L.

Además de la Maladetta y Puerto de Viella, únicas localidades del Pirineo español señaladas hasta ahora de una manera concreta, debe citarse Coll de Jou, donde cogí un buen ejemplar en el césped de una roca.—Julio.

23. *Arenaria querioides* Pourr.

Rasos de Peguera, 26 julio de 1905 legi.

Ningún autor señala, que yo sepa, esta especie en Cataluña, indicando en su lugar Costa y Vay. la *A. tetraquetra* L. El error puede provenir de que en la vaga descripción que dan los autores de la Flora francesa, caben perfectamente la *A. tetraquetra* L., la *capitata* Lamk., y la *querioides* Pourr. Pero ni la descripción de la Flora de la Península Ibérica cuadra á la planta catalana, ni ésta se parece á las muestras de Peñablanca y de Sierra Nevada, que corresponden, respectivamente, á las variedades β. *pyrenaica* y γ. *granatensis* Boiss. de la *A. tetraquetra*. Esta especie tiene las hojas *empizarradas, 4-seriadas, aovado-redondas* y *obtusas*, mientras que en la planta de Peguera son *puntiagudas, no empizarradas y recurvas*.

En cambio, la descripción de la *A. querioides* Pourr. consignada en dicha Flora, conviene en un todo á nuestra planta, que por otra parte no difiere de las muestras del Escorial, su país clásico.

La var. α. *legitima* de la *A. tetraquetra* admitida por Gr. et G. considérase hoy equivalente á la *A. capitata* Lamk., que difiere esencialmente de la *A. querioides* Pourr. por sus *hojas caulinares ovales, brácteas* y *sépalos ovalo-lanceolados* y *glomérulos terminales densísimos*, en vez de hojas, brácteas y sépalos *lanceolados* y *glomérulos de 5-6 flores*.

La actual *A. tetraquetra* L. (sensu stricto) corresponde á la var. β. *condensata* Gr. et G.=*A. tetraquetra uniflora* Gay., con la var. β. *pyrenaica* Boiss., de flores *tetrámeras* y *polígamas*, y la γ. *granatensis* Boiss., de flores *pentámeras* y *hermafroditas*.

Opino, pues, que en Cataluña se halla la *A. querioides* Pourr. y tal vez la *A. capitata* Lamk., pues indudablemente corresponden á esta especie unos ejemplares algo pasados remitidos por Pujol desde Espunyola (Berga).

Así se explica que Vay. cogiera en Tabertet ejemplares de 10 y 12 cm., talla que ni remotamente alcanza la *A. tetraquetra L.*

Lo raro es que Grau, que tantas veces pisó los Rasos de Peguera y Costa, que refiere allí, y realmente existe, la *A. grandiflora* All. dejaran de notar la presencia de una planta que descuella por sus hermosos grupos de flores blancas sobre el menudo césped.

El ilustre botánico Carlos Pau acaba de confirmar mi opinión sobre la planta de Peguera.

24. *Linum campanulatum* L.

Desde Prats de Rey (Puigg.) extiéndese á Sopeyra (Compñ.) y hasta muy cerca de Cardona (Puj. C.!).—Jun.

25. *L. viscosum* L.

Otra de las localidades de esta preciosa especie es la orilla derecha del Bastareny, desde Bagá á las Adous, no siendo raro en los bosques.—Jul.

26. *L. suffruticosum* L.

Al cruzar diferentes veces el llano de Urgel, siempre me había parecido al paso del tren que el *L. suffruticosum* de esta región difería bastante del que crece en el Vallés y Pla de Bages. Efectivamente, recogida y estudiada la planta de Urgel en mi última excursión á Menarguens, he podido apreciar las siguientes diferencias al compararla con la de Tarrasa. 1.ª La planta del Vallés es más endeble y de menor talla; 2.ª Sus hojas son casi lampiñas, más angostas y brevísimamente cerdosas; 3.ª Sus flores son más pequeñas, menos abundantes y de un blanco impuro, no *níveo*, como en la planta leridana; y 4.ª Sus pétalos $^1/_3$ ó $^1/_4$ más cortos, menos bruscamente contraidos en uña corta con nervios purpúreos muy marcados. Presenta piés con flores *brevistilas* y otros con flores *longistilas*.

De la comparación resulta que la planta de Urgel, que se extiende por toda la Segarra hasta Calaf, es el tipo del *L. suffruticosum* L., mientras que la disceminada por el Vallés, Pla de Bages y Berga hasta el Cadí es la subsp. *L. salsoloides* Lamk., única, según Rouy, que se halla en Francia.

Aunque Costa nada dice en el Catálogo, justo es consignar que había notado ya tal distinción, según se infiere de una etiqueta de su herbario.—May.—Jun.

27. *Althaea hirsuta* L.

El área de dispersión de esta especie se extiende no sólo al Plá de Bages, sino hasta La Baells, más arriba de Berga.—Jul.

28. *Rhamnus pumila* L:

Hállase, realmente, en las rocas de Tagast, pero abunda mucho más en las de Coll de Jou. El *R. cathartica* L. se encuentra también en el bosque inmediato á las Adous ó fuentes del Bastareny.—Jul.

29. *Ononis cenisia* L.

Además de hallarse cerca Font-negra de Nuria (Vay., Ferr., Cad.) y en algún otro punto del Pirineo, abunda en los pastos de Coll de Jou.—Jul.—Ag.

30. *O. striata* Gou.

Indicado en Corbera, hácia Tagast, donde realmente existe, abunda en sitios herbosos de Coll de Jou.—Jul.—Ag.

31. *Anthyllis montana* L.

Común en los altos de Berga, Lillet, Coll de Jou y otros puntos del Pirineo, hállase todavía un pié raquítico, próximo á desaparecer, en San Jerónimo, cumbre del Montserrat, donde como rara la señaló Costa.—May.—Jul.

32. *Medicago suffruticosa* Ram., var. *glabrata* Csta.

Además de encontrarse esta variedad en Vich (Masf.) y en los bosques de

Ribas (Cad.), hállase en tierras arenosas de Bagá y Castellar de 'n Huch, donde se designa con el nombre de *Melgons*.—Jul.—Ag.

33. *Trifolium ochroleucum* L.

No sólo desde el Tibidabo á Ribas y Caralps, sino que se extiende por la Segarra, según ejemplares cogidos por Puj. en Ardebol.—Abr.—Jul.

34. *Lotus edulis* L.

Solamente citado por Salv. y Costa, encuéntrase aún esta singular especie en la cordillera litoral, puesto que en el mes de abril lo cogí en la montaña Pelada.

35. *Vicia onobrychioides* L.; β. *angustissima* Seringe.

A las pocas localidades conocidas, debe añadirse Ardebol, Segarra, de donde la remitió Pujol.—Jun.

36. *V. pseudo-gracca* Berth.

Sin duda se aparta de la costa más de lo que se había creído, puesto que la he visto en la Puda de Montserrat y aún en Menarguens.—May.—Jun.

37. *Orobus vernus* L.

Constituyen para esta especie una nueva localidad las Adous del Bastareny, donde la hallé abundante á fines de julio, ya pasada.

38. *O. canescens* L.

Tan poco diseminado en Cataluña, ha sido descubierto por Pujol en Ardebol. —Jun.

39. *Coronilla minima* L.; β. *australis* Gr. et G.

Bosques de Monistrol á la Puda (Vay.); S. Pedro Sacama, Pla de Bages, Menarguens y otros puntos del Urgel y Segarra (Cad.).—Abr.—Jun.

Aunque Costa había dado por *C. montana* Scop. la planta de Prats de Rey y por tal tomé yo también la de S. Pedro Sacama, un examen minucioso me ha demostrado que todas las plantas de los expresados puntos, más la de Talaixá, del herbario Costa, si bien presentan las hojuelas mayores que la *mínima,* tienen las estípulas superiores *soldadas* y *bífidas, no disyuntas*, y los tallos *frutescentes desde la base y macizos,* en vez de *herbáceos* y *fistulosos.*

El mismo Costa consigna con duda los ejemplares cogidos en el álveo del Llobregat, y Vay. no cita la planta de Talaixá; de todo lo cual infiero que las citadas plantas deben referirse á la β. *australis* Gr. et G. de la *C. minima* L., como hace Vay. respecto á la cogida por él entre la Puda y Monistrol, resultando así problemática la existencia de la *C. montana* en Cataluña, tampoco citada en el Pirineo oriental por los autores franceses.

40. *Onobrychis supina* DC.

Debe señalarse la existencia de esta planta en la provincia de Lérida, puesto que á fines de mayo florecía abundante junto al puente de Corbins, en la orilla izquierda del Noguera Ribagorzana.

41. *Spiraea Filipendula* L.

Desciende mucho más de lo que se había creído, pues se halla cerca Valldoreix en el bosque de casa Gatxet.—May.

42. *Potentilla alchemiloides* Lap.

No tan sólo en puntos inaccesibles de la roca del Huró, sobre Tagast, única localidad del Pirineo oriental en que la cita Costa, sino verdaderamente abundante en Coll de Jou, donde se conoce con el nombre de *Peu Crist*—Jul.

La *P. caulescens* L., no escasea en las rocas de las orillas del río Greixa.

43. *Rosa gallica* L.

Referida por Costa á las ermitas de Santa Ana y S. Benito, de Montserrat, aún pude coger un ejemplar junto á la de S. Jerónimo, en junio último.

44. *Pyrus communis* L.

La forma *P. Achras* Gaertn., en la montaña de Queralt, c. de Berga (Puj. C.), y la *P. Boreana* Rouy, en el puente de Malagarriga, c. Cardona, (Puj. C.). —May.

45. *P. amygdaliformis* Vill.

Cogióla Pujol junto al puente de Malagarriga, única localidad segura, hasta ahora, en la provincia.—May.

46. *P. acerba* DC.—*P. Malus* L., forma *acerba* DC., según Rouy.

Montserrat, Font del Pí (Marcet!); Bagá, bosque de las Adous (Cad.)—Abr.

47. *Amelanchier vulgaris* Moench.; δ. *grandifolia* Rouy.

No señalada en España esta variedad, cogióla Pujol en Ardebol, con la particularidad de medir sus hojas 52 mm. de longitud por 55 de anchura, en vez de 30 × 33, que les asigna Rouy.—Jun.

48. *Myricaria germanica* Desv.

A las pocas localidades en que se cita, debe añadirse Termens, en el desmonte de la vía férrea junto al puente sobre el Segre.—Jun.

49. *Saxifraga longifolia* Lap.

No solamente en Tagast, sino abundante en las rocas escarpadas é inaccesibles de Coll de Jou, remontándose á más de 2.500 m., en vez de quedar limitada, como creía Costa, á la región subalpina. Allí forma su inflorescencia soberbios y hermosos racimos de flores blancas que con las azules de la *Campanula speciosa* Pourr. y las moradas de la *Ramondia pyrenaica* Rich. constituyen el mejor adorno de aquellas desnudas y agrestes rocas.—Jul.—Ag.

50. *S. media* Gou.

Esta linda saxifraga de flores violáceas, además de las localidades pirenaicas ya conocidas, hállase en las rocas de Coll de Jou, donde la descubrió Zett., uno de los pocos botánicos que por allí herborizaron.—Jul.

51. *Peucedanum stenocarpum* Boiss. et Reut.

Bajo la denominación de *P. officinale* L.; β. *italicum* Mill., publicó Costa con duda el *P.* de Berga y Montserrat, que no consideró absolutamente igual al *P. italicum* ni al *P. paniculatum*, pero sí más afine de éstos que del citado *stenocarpum* cogido por Vay. en Besora y Vidrá y reconocido como á tal por Rouy.

Vista la planta de Vay. en el H. Costa, parece idéntica á la de Berga y

otros puntos de la región superior de la provincia, como Bagá y Pobla de Lillet, que tampoco difiere de la planta montserratina. Pero evidentemente se distingue del *P. officinale* por sus *tallos asurcados, últimas divisiones foliares muy largas, fruto más alargado y estrecho, subespatulado, con los pecíolos de las umbélulas una vez y media más largas que el fruto.*

Sin embargo, comparada la planta catalana con el *P. stenocarpum* de Aragón, remitido por Pau, resulta tener *umbelas mayores, radios más numerosos y el involucro polífilo con las bracteas más estrechas, filiformes.* De ello parece inferirse que nuestra planta ni es el *P. officinale* ni el tipo del *P. stenocarpum,* sino una forma robusta del mismo.—Jul.—Ag.

52. *P. officinale* L.

Sobre la Barata, hacia Coll de Daví.—Jul.

Por su fruto pequeño, aovado, doble más corto que el pedicelo y últimos segmentos foliares cortos de 4-6 cm. filiformes ó capilares, difiere sensiblemente de la especie anterior.

53. *P. venetum* Koch.

No solamente en Cardona (Costa, Puj. C.), sino en Valldoreix, en los márgedes del torrente de Can Majó.—Ag.

54. *Aethusa Cynapium* L.

Señalada por Costa en la provincia de Lérida y en la de Gerona por Vay., hállase al norte de la de Barcelona, junto á Hospitalet.—Jul.—Ag.

55. *Bupleurum Gerardi* Jacq.

Unicamente Vay. había citado esta especie en la provincia de Gerona y Pujol J. en S. Ginés, c. de Barcelona, tal vez confundiéndola con el *B. junceum* L., pero puede asegurarse su existencia en Cardona, según ejemplares remitidos por Puj. C.

El mayor número de radios de sus umbelas, el involucrillo más largo que la umbélula, el fruto más pequeño, subtruncado en ambos extremos, con las costillas poco marcadas, distínguenlo de su afine el *B. junceum*, con el cual es fácil confundirlo.

56. *B. falcatum* L.; γ. *petiolare* Lge.; ε. *angustifolium* Lec. et Lamk.

Costa cita la especie en el valle de Viella y desde Las Bordas al Portilló.

La γ. *petiolare* fué remitida por Pujol desde Bagá en 1901, y la ε. *angustifolium* observada por mí en el Bosque de las Adous del Bastareny, donde abunda.—Jul.

57. *Trinia vulgaris* DC.

Se remonta en la provincia hasta los Rasos de Peguera, donde existe una forma pigmea, cubierta de flor y casi afila.—Jul.

58. *Galium fruticescens* Cav., var. *aciphyllum* Csta.

Señalado por el autor desde el Montsech á las Garrigas, extiéndese hacia Menarguens y Torrelameo y aún al Montserrat al través del Urgel y la Segarra. —Jun.

El *G. saccharatum* All., solamente indicado por Csta. en el litoral, hállase en los campos de Olesa con relativa abundancia.—May.

59. *Valeriana globulariaefolia* Ram.

No señalada aún en la provincia, pues Bolós y Vay. la refieren á Nuria, y Costa á la Maladetta y Benasque, hállase juntamente con la *montana*, aunque más rara, en las rocas de Coll de Jou.

La β. *ambigua* Gr. et G. de la *V. montana* L., sólo citada por Vay. en la provincia de Gerona, hállase con el tipo en Montserrat c. la *Font del Moro* (Marcet!)--Jun.

60. *Aster alpinus* L.

Además de los altos de Nuria, en los pastos de Coll de Jou.—Jul.—Ag.

61. *Santolina Chamaecyparissus* L.; α. *incana* Gr. et G.

Solamente referida á las provincias de Gerona y Tarragona, abunda en Corbera, c. de Berga, y Bagá.—Jul.—Ag.

62. *Asteriscus aquaticus* Moench.; β. *pygmaea* Schultz.

Balaguer, en la colina del Santo Cristo y junto á la carretera de Menarguens á Torrelameo, en terrenos áridos, á pesar del nombre específico, y alcanzando de 5 á 8 cm. Aunque la especie es común, ignoro que la variedad se haya citado en Cataluña.—May.—Jul.

63. *Inula helenioides* DC., var. *bracteosa* Vay.

Bagá, márgenes de San Martin del Puig, hacia las Adous. No difiere de la planta cogida por Vay. en Sagaró y algún otro punto de la provincia de Gerona. —Jul.

64. *Echinops sphaerocephalus* L.

Abunda desde Guardiola á la Pobla de Lillet, como notó ya Salv., extendiéndose por las cuencas del Bastareny y del Llobregat, hasta cerca Castellar de 'n Huch, además de encontrarse en Ribas y, según Vay., en otras varias localidades de la provincia de Gerona. No es, pues, poco frecuente como sospechaha Costa contrariamente á Colmeiro.—Jul.—Ag.

65. *Carduus crispus* L. (non auct. hisp. omnium.)

Camino de Nuria, junto al *Salt del Sastre*.—19 julio 1904 legi.

Aunque Bubani afirma que «per totum Pyrenaeorum tractum, *C. crispus* mihi obvius fuit» (Pau in litt.) y Lapeyrouse lo señala en «tierras cultivadas de Montlouis, Saleix, Pic de Gard, Bañeras de Luzón y en casi todas las montañas», Gr. et G. lo consideran raro en el mediodía de Francia, no lo cita Gaut. en su Flora de los Pirineos or. y nada dicen de él ni Vay. en su Catálogo de la Flora de Nuria ni los demás botánicos catalanes, por cuyo motivo debe considerarse nuevo no sólo para Cataluña, si que también para España.

No puede confundirse con su afine el *C. tenuiflorus* Curt., común en Tarrasa, porque éste tiene las hojas inferiormente tomentosas y toda la planta un aspecto grisáceo, con las brácteas externas desprovistas de nervio dorsal, cuando en la planta de Nuria solamente falta en la base. Además las hojas de esta plan-

ta son menos profundamente sinuosas y sus espinas más blandas y menos desarrolladas.

Hasta recoger y examinar nuevos ejemplares, no puedo, de acuerdo con Pau, decidir si se trata de una variedad nueva ó de la β: *polyanthemos* Godr.

66. *Centaurea leucophaea* Jord.

Señalada con duda por Vay. en Ribas y Cerdaña y con certeza por Gaut.

Centaurea Cadevallii Pau sp. nov.—a. *escama*.

desde Montlouis á Bourg-Madame, abunda en Hospitalet, al pié de Coll de Jou y orilla derecha del río Greixa.—Jul.—Ag.

67. *Centaurea Cadevallii* Pau. nov. sp.

Planta multicaulis; caulibus erectis ex basi ramosis; foliis canescentibus, inferioribus lanceolato-linearibus, integris vel pinnatisectis, longe petiolatis; superioribus pinnatisectis, segmentis linearibus; capitulis minutis, frequenter numerosis in panicula angusta dispositis; squamis involucri elipsoideo-ovati, pallidis ochraceis; ciliis-utrinque 4-6 flexuosis mucroni fere aequantibus, corollis roseis.

«*Faciem habens atque folia, caulesque ejusdem C. Peteri* Rchb., *diversissima, vero, anthodia*», *asserit* Pau.

Planta pumila, 1-2 dm. altitudinis.

In nemorosis sterilibus agrorum marginibus Valldoreix, prope San Cugat del Vallés. Floret aestate.

68. *C. ornata* Willd. var. *tenuifolia* Boiss.

Referida á Tárrega y Castellfullit de Riubregós por Puigg., hállase tambien en los yermos de la Sierra de Balaguer á Torrelameo, junto á Menarguens.—Jun.

69. *Scorzonera hirsuta* L.

Córrese desde Rubió y Ardebol, donde la señalaron Puigg. y Puj. C., al través del Urgel hasta los yermos de Menarguens.—May.

70. *Podospermum laciniatum* DC.; β. *integrifolia* God. et Gr.

A las localidades de Talaxá, Rocabruna, Ripoll y otras de la provincia de Gerona, debe añadirse la Sierra de Menarguens, en la de Lérida.—Jun.

71. *Lactuca virosa* L.

No es rara, como creía Costa, pues además de Montserrat y de los varios puntos de la provincia de Gerona en que la indica Vay.. abunda en el álveo del río Greixa, hacia Hospitalet, y cerca de San Vivente de Rus; pero no fijándose en los aquenios, es fácil confundirla con la *L. Scariola* L.—Jul.—Ag.

72. *Campanula speciosa* Pourr.

No sólo en las rocas de Tagast, si que tambien en Coll de Jou, en nuestra provincia, mezclada alguna vez con la *C. Bolosii* Vay., que debe tener estrecho parentesco con la *C. affinis*. Roem. et Sch., si bien le faltan las cerdas en los ángulos de la corola.—Jul.—Ag.

73. *Androsace villosa* L.

Además de Castanesa y altos de Nuria, en que la señalan varios botánicos, abunda en los pastos de Coll de Jou. Jul., ya pasada.

74. *Onosma echioides* L.

Se remonta á 1800 m. según Vay., y más aún, puesto que no sólo se halla junto á los Rasos de Peguera, si que tambien en lo más alto de Coll de Jou.—Jul., en fruto.

75. *Echium plantagineum* L.

Hállase, efectivamente, en la cordillera litoral, como en S. Fost, pero además se extiende hasta los campos de Tarrasa.—May.

El *E. italicum* L., en las cercanías de Lérida, además del Vallés, y común en Menarguens.—May.—Jun.

76. *Cynoglossum montanum* Lamk.

Además de Ribas y algunas otras localidades, junto al Santuario de Corbera, c. Berga.—Jul., en fr.

77. *Asperugo procumbens* L.

Hasta ahora lo he observado en Montserrat, La Mata, Nuria y últimamente en Tagast, al pié de la roca del Huró; lo cual prueba que tiene un área de dispersión bastante extensa.—Jul., en fr.

78. *Heliotropium curassavicum* L.

Descubierto en parajes herbosos de *can Tunis* durante la breve excursión efectuada por allí con los Miembros de la Academia «internacional de Geografía botánica» el día 8 de Agosto último, resulta nuevo para Cataluña, pues únicamente Jimenez lo citó en 1903 entre las plantas de Cartagena, considerándolo importado de las Baleares por los buques de guerra.

79. *Verbascum blattarioides* Lamk.—*V. virgatum.* Wk.

Nuevo para Cataluña, fué hallado por Puj. C. en Serrateix (Pla de Bages) cerca can Cervera.—Jun.—Jul.

80. *Scrofularia crithmifolia* Boiss.

Ribas, Caralps, á orillas del Freser. Julio 1904 legi.

Salv., Isern y Vay. refieren al Norte de la provincia de Gerona, no lejos de los puntos citados, la *Sc. Hoppei* Koch. Mas comparado un ejemplar auténtico de esta especie cogida en el Jura, su país clásico, por Reuter, difiere visiblemente de la planta catalana por su panoja más angosta, *racemiforme,* pedicelos bastante *más cortos que el caliz* y hojas bipinnadas, con los segmentos *lineares* dentados, en vez de *lanceolados.*

En cambio, no he sabido hallar diferencia alguna entre la planta de Ribas y Caralps y la *Sc. crithmifolia* cogida por el propio Reuter en el Cerro de San Cristobal, y posteriormente por Pau en la Sierra de Toro. Consultado el botánico de Segorbe, díceme que es de mi parecer.

81. *Verónica fruticulosa.*

Además de las localidades, poco numerosas, en que se cita, hállase entre la hierba, en Coll de Jou,—Jul.—Ag.

La *V. alpina* L. encuéntrase, realmente, en sitios húmedos de Nuria, como Font-negra, donde se halla mezclada con la *aphylla* L.

Aunque Costa dice que la *V. prostrata* L. «se encuentra en montes y matorrales del litoral y comarcas interiores hasta los valles pirenaicos», y guiado por estas indicaciones consignéla en la Flora del Vallés como existente en el Ubach y San Llorens del Munt, mejor estudiada resulta ser *V. Teucrium* L., á cuya especie corresponden tambien los ejemplares de Berga y Viladrau que figuran en

el herbario de dicho botánico, bien diferentes, por cierto, de otro de *V. prostrata* cogido cerca de Berlín y remitido por Wk.

82. *Erinus alpinus* L.

Además de Nuria y otros puntos del Pirineo en que abunda la β. *glabratus*, hállase en Montserrat la α. *typicus* en el canal *dels Avellaners*, y la γ. *hirsutus* (*E. hispanicus* Pers.) en las rocas de S. Salvador. May.—Jun.

83. *Rhinanthus major* Ehrh., var. *glaber* Sch.

Menarguens, orillas del Segre. May.

84. *Orobanche Santolinae* Losc. et Pard

Estuvo en lo cierto Costa al considerar casi segura la existencia de esta planta en Cataluña, puesto que el 26 de junio último pude coger varios piés sobre la *Santolina Chamaecyparissus* L. al rededor de la ermita de S. Jerónimo, en Montserrat. Es idéntica á la de Aragón remitida por Pau.

85. *O. Amethystea* Thuil. *O. Eryngii* Vauch.

Unicamente citada por Vay. en Beuda y Massanet de Cabrenys, cogí á fines de Mayo un buen ejemplar sobre el *Eryngium campestre* L. en la huerta de Balaguer, c. Menarguens.

86. *Lavandula latifolia* Vill.

Efectivamente, como dice Costa, ésta es la especie propia del litoral; pero lejos de ser escasa en Berga, abunda mezclada con la *L. vera* DC. hácia Corbera y Tagast, y las dos se extienden hasta Bagá, al pié de Coll de Jou, Pobla de Lillet y Castellar de 'n Huch.

Es de florescencia más tardía, pues á fines de Julio principiaba á florecer, mientras que la *vera* estaba completamente florida.

87. *Thymus Chamaedrys* Fr.

Realmente se encuentra en los pastos de Caralps (Vay.) y hácia el puente de Cremals; pero el indicado en Berga por Grau y visto por mí á fines de julio sobre Tagast, al pié de la roca del Huró, es la β. *vestitus* Jacq.—*Th. lanuginosus* Schk., no citado en Cataluña.

88. *Th. Zygis* L.

Indícalo Costa de Lérida á Fraga, y Compañó hacia Balaguer, y, efectivamente, no escasea junto á la carretera al salir de Torrelameo y al entrar en Menarguens, en la citada dirección de Balaguer, mezclado con el *Th. vulgaris* y tal vez con algún híbrido.

89. *Nepeta lanceolata* Lamk., var. *pyrenaea* Pau.—*N. aragonensis* Willk. (non Lamk.).

Sitios pedregosos de Coll de Jou, desde *Roca Sansa* hasta cerca la cumbre. Considerándola variedad nueva, remitíla en consulta á Pau, resultando que mi amigo la había cogido ya dos años atrás en Benasque y publicado con el nombre de *pyrenaea* caracterizada por tener dientes foliares más profundos y por ser planta más virescente.»

La *N. cataria* L., común en las márgenes de Hospitalet sobre el río Greixa,

y la *N. latifolia* L. var. *violacea* Lamk., no sólo en Caralps y Tagast, sino comunísima en campos y márgenes de Castellar de 'n Huch.—Jul.—Ag.

90. *Phlomis Herba-venti* L.

Indudablemente tiene mayor área de dispersión que el *Phl. Lychnitis* L., pero ni es más frecuente ni se limita á la zona media como creían Costa y Vay., pues se extiende desde Valldoreix á S. Llorens de Bagá y Pobla de Lillet, sin faltar en la provincia de Lérida, pues abunda hacia Termens y Menarguens.—May. Ag.

91. *Marrubium Alysson* L.

No consta en Cataluña otra cita que la de Compañó refiriéndolo á los alrededores de Lérida, donde seguramente existe, aunque no lo haya visto en las muchas excursiones que por allí he efectuado; pero no escasea al pié de la carretera de Balaguer, al salir de Torrelameo. May.—Jun.

92. *Scutellaria alpina* L.

No solamente en Nuria, donde la cita Vay., y la cogí yo por el camino de Font-negra, si que tambien en parajes herboso-calcáreos de Coll de Jou, donde debió encontrarla Isern que la refiere al Cadí.—Jul.—Ag.

93. *Plantago monosperma* Pourr.

A las pocas localidades en que se cita esta planta deben agregarse Nuria, camino de Font-negra, y Coll de Jou, en cuyo último punto la vería Jover que la refiere al Cadí.—Jul.

94. *Oxyria digyna* Campd.

Existe realmente en los altos de Nuria, pues además de Vay. y Puigg. trájola Ferr. de cerca Carançá.—Jul.

95. *Passerina annua* Spr.

Referida por Costa á los campos de la región baja y media, extiéndese hasta Bagá donde la ví á fines de julio.

96. *Aristolochia longa* L.

Citada en contadas localidades, abunda en los sembrados de Menarguens, junto á la Azucarera del Segre.—May.—Jun.

97. *Tofieldia calyculata* Wahl.

Citada únicamente en Nuria y en algunos puntos del Pirineo central. Puj. C. la encontró en la riera de Marlés, más abajo de Berga, sin duda arrastrada por las aguas.—Jul.

98. *Ornithogalum narbonense* L.

Referido por Costa al Vallés occidental, donde es frecuente, y por Puigg. á Pedrafita, debe correrse á través del Urgel, pues abunda en los sembrados de Mollerusa y de Menarguens.—May.—Jun.

El *O. pyrenaicum* L., hállase en Nuria, al pié de la *Creu de 'n Riba,* pero bastante raro.—Jul.

99. *Allium oleraceum* L.

Márgenes de Pobla de Lillet y bosques de Ribas, únicas citas despues de Montseny, en la provincia.—Jul.—Ag.

100. *Narcissus biflorus* Curt.

Esta preciosa y rara especie, localizada por Costa en las ermitas de la Trinidad y S. Antonio de Montserrat ha sido nuevamente encontrada por el P. Marcet en la de S. Benito, con relativa abundancia.—Abr.

101. *Elodea Canadensis* Rich.

Descubierta por nuestro consocio Mr. Leveillé en las aguas encharcadas de *Can Tunis* en la excursión antes mencionada, resulta nueva para la Flora española.

Confúndese á primera vista con el *Potamogeton densus* L., del cual se distingue al momento por sus hojas *ternadas,* no opuestas.

102. *Phalaris minor* Retz.

Ningún botánico catalán á excepción de Colmeiro que la supone en las cercanías de Barcelona, hace mención de esta especie que durante los diez últimos años se ha extendido bastante por los campos y márgenes de Tarrasa.—May.

103. *Crypsis aculeata* Ait.

La única cita concreta de esta planta es de Tremols que la señala en terrenos húmedos y arenosos de Cadaqués, pues si bien Colm. la cita vagamente en los arenales marítimos, Costa dice que no la ha observado. Sin embargo, se encuentra hacia el Prat de Llobregat y frente al Cementerio nuevo—Ag.

104. *Phleum asperum* Jacq.

No mencionada aun en Cataluña y solamente en pocas provincias de España, cogílo á fines de Mayo en la huerta de Balaguer y tambien en los sembrados de Menarguens. La determinación ha sido confirmada por Pau.

105. *Panicum colonum* L.

Además de Vich, única localidad de la provincia en que fué señalado por Pourr. debe citarse Bagá, donde lo halló Puj. C. á orillas del Bastareny.—Ag.

106. *Agrostis alpina* Scop.

Rasos de Peguera.—Jul.—Ag.

Sólo veo citada esta especie por Compy. en Costabona, y en algunos puntos del Pirineo la *A. rupestris* All. que cogí en Nuria, cuyas especies, sin duda erroneamente, da Vay. como sinónimas. Pero evidentemente la planta de los Rasos tiene los *pedicelos brevemente erizados, la glumela inferior terminada en 2—4 cerditas y su arista dorsal parte de la misma base*; caracteres que distinguen bien la *A. alpina* de la *rupestris*.

107. *Lasiagrostis Calamagrostis* Link.

Unicamente referida por Costa á la cuenca del Segre y por Companyó al valle d'Eyne, abunda en tierras margosas de Bagá, sobre el cementerio, habiéndola, además, descubierto yo recientemente en Montserrat cerca de Santa Cecilia. —Jul.—Ag.

108. *Aira-media* Gou.—*Deschampsia media* Roem.

Especie nueva para Cataluña cogida en junio último por Puj. C. en Ardebol (Segarra), á donde se habrá corrido desde Aragón.

109. *Avena montana* Vill.

No citada aun en la provincia, la hallé en Peguera y en S. Llorens del Munt; hacia la Mata (Puj. C.)—Jul.

110. *Koeleria cristata* Pers.

Citada por Costa cerca de Berga, abunda en los Rasos de Peguera.—Jul. —Ag.

111. *Poa caesia* Sm.?

Aunque no la citan los botánicos catalanes, indudablemente corresponde á esta especie un ejemplar algo defectuoso que el Sr. Ferrer trajo de Nuria.—Jul.

112. *Poa nemoralis.* L; α. *vulgaris* Gr. et G., forma de sitios umbrosos. —*P. debilis* Thuil.

Citada únicamente por Vay. en Nuria, donde la cogí el año pasado, y en algun otro punto de la provincia de Gerona, y por Compañ. en las cercanías de Lérida, abunda en Montserrat, camino de la Cueva, en los torrentes de la cordillera superior del Vallés y sin duda en otras partes, siendo verdaderamente raro que no la haya mencionado ningún botánico en la provincia. Tampoco, por abrigar alguna duda sobre su determinación, la consigné yo en la Flora del Vallés, á pesar de hallarse en mi herbario hace muchos años.—May.—Jul.

113. *Molinia caerulea* Moench.

Hállase en Montserrat y Bagá, extendiéndose por las provincias de Lérida y Gerona.—Jul.—Ag.

114. *Danthonia decumbens* DC.

Unicamente Puj. C. ha encontrado esta planta, perfectamente caracterizada en Cataluña, primeramente en los bosques de Ginebret y Nou-Comas, y últimamente en Espunyola, c. de Berga.—Jul.

115. *Festuca gigantea* Will.; β. *triflora* Gr. et G.

Ribas, orillas del Freser. No la veo citada en Cataluña—Ag.

116. *Bromus asper* L.

Solamente citada por Vay. en algunas localidades de la provincia de Gerona, hállase en sitios umbrosos de Ribas, *torrente de Parramón.*

117. *Eremopyrum cristatum* Led.—*Costia cristata* Wk.

Descubierta por Puigg. cerca Castellfullit de Riubregós en 1861. Puj. C. la ha cogido en igual sitio á fines de junio último.

118. *Botrychium Lunaria* Sw.

Además de Montseny y Nuria, la he visto en los Rasos de Peguera, pero no en Montserrat, donde la supone Colm.—Jul.

119. *Aspidium Lonchitis* Sw.

No solamente en Nuria (Vay., Cad.), si que tambien en el bosque de Segalés (Grau, Puj. C.) y en los Rasos de Peguera. Pujol acaba de descubrirlo en los *Emprius,* más abajo de Sallent.—Jul.

120. *Cheilanthes odora* Sw.

Consérvase todavía en las grietas de las rocas inmediatas á la ermita de S. Juan (Montserrat), donde la descubrí hace años.—Jul.

Observación.—No se menciona en estas Notas ninguna de las varias especies del género *Hieracium* recogidas en las diferentes excursiones, por haber sido remitidas á los especialistas Arvet-Touvet y G. Gautier para su determinación. Tanto éstas como todas las demás cogidas en Cataluña y revisadas por dichos autores ó por Pau serán objeto de otra Memoria. No obstante, podemos adelantar que entre las plantas enviadas á dichos señores, figuran las siguientes especies nuevas para la ciencia:

Sección *Pseudocerinthoidea* Koch, grupo *Balsamea* Arv. Touv.

Hieracium glossophyllum Arv. T. et Cad. Rocas de Coll de Jou.

Hier. sonchophyllum Arv. T. et Cad. Rocas de Tagast y de Coll de Jou.

Seccion *cerinthoidea* Koch. grupo *Eriocerinthea* Arv. Touv.

Hier. heteradenum Arv. T. et Cad. Rasos de Peguera y Coll de Jou.

Hier. arnoglossoides Arv. T. et Cad. Tierras margosas de Bagá, sobre el Cementerio.

Tarrasa 28 de septiembre de 1905.

---

14 MAY 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 23

OBSERVACIONES ICTIOLÓGICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

EXCMO. SR. D. CARLOS DE CAMPS Y DE OLZINELLAS, MARQUÉS DE CAMPS

Publicada en abril de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA VOL. V. NÚM. 23

OBSERVACIONES ICTIOLÓGICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

EXCMO. SR. D. CARLOS DE CAMPS Y DE OLZINELLAS, MARQUÉS DE CAMPS

Publicada en abril de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

OBSERVACIONES ICTIOLÓGICAS

por el Académico numerario

Excmo. Sr. D. Carlos de Camps y de Olzinellas, Marqués de Camps

Sesión del día 27 de diciembre de 1905

Sres. Académicos:

Por precepto reglamentario me corresponde, como individuo de la Sección 4.ª, el trabajo de turno del presente mes y dejando de mano, por esta vez, mis aficiones botánicas, voy á daros cuenta, sencillamente, de algunas observaciones piscícolas en agua salada, por ser asunto que, después de absorberme mucho tiempo, cae también de lleno en el campo de mi Sección.

Hace cerca de cinco años que, con dos amigos, emprendí industrialmente la explotación de una marisma de unas 6 hectáreas de extensión, situada en el término municipal de Llansá, casi en la parte central del seno comprendido entre Cabo Creus y Cerbere, al NE. de la provincia de Gerona, y aún cuando luego dejé de formar parte de la Sociedad que constituímos, me quedó el interés naturalista que me hace seguir con el mismo afán que si tuviere también el interés pecuniario, la marcha y desarrollo de la explotación.

La mentada marisma afecta la forma de una media luna, conteniendo un pequeño lago en su centro que comunicaba con el mar por el lado de su vértice Norte y que por el segmento Sud lindaba con la riera de Llansá y con la playa libre del puerto de aquel pueblo. En el centro, por el lado del mar y hácia el Sud, hay un montículo de unos 6 metros de altura, y por parte de tierra el terreno se presentaba de altura variable y lleno de juncales.

Sin interrumpir las comunicaciones con el mar libre y para resguardar el lago y unos 12 canales de 5 metros de ancho, por longitud variable que practicamos para la estabulación de peces, cerramos con un muro de defensa los arrecifes, dejando hasta 4 bocas de ancho variable para la entrada y salida del pescado y renovación de las aguas del lago. En parte de los arrecifes construímos 5 canales en la roca viva y desde la parte septentrional del lago otro circular que pone en comunicación las aguas del lago con las de los 12 canales indicados antes y, por detrás del montículo, establece también comunicación muy viva con el mar por la punta Sud de la marisma.

Para protegerla de las avenidas de la riera se construyó en el límite Sud un parapeto de mampostería y terraplén que sirve de camino de entrada á la marisma.

Al canal circular desaguan 3 pequeñas caceras que ordinariamente llevan

agua dulce que tanto agrada á los peces, mezclada con la salada, para los desoves.

En el montículo se construyeron los almacenes y casa del Guarda-Administrador, y detrás de él una ámplia piscina con comunicación en el mar, mediante dos compuertas, una en la parte Norte y otra en la Sud, que hacen contínua y muy movida la renovación de sus aguas.

La profundidad del lago es variable, de 2 á 8 palmos de agua, reduciéndose notablemente en las épocas de sequía; en los canales el fondo varía de 5 á 7 palmos, siendo sensiblemente siempre igual.

El suelo del lago son peñas ó algas, siendo muy contados los puntos en que se presenta sólo arena. Los canales tienen todos sus fondos arenosos y algo fangosos, escepto en los 5 que ya hemos dicho era roca viva.

También es peña el fondo de la piscina, cuya profundidad es de 8 á 9 palmos de agua, la que entra directamente del mar, siendo por consiguiente muy vivas las aguas, gracias á las compuertas S. y N.

Todas las compuertas que dan acceso al mar tienen marcos bastidores de roble con tela metálica, y las demás que se abren sólo al lago ó al canal circular, son idénticas pero menos resistentes. En las que dan al mar, para mayor seguridad, pueden colocarse doble juego de compuertas. Y en dos de estas últimas que, por su anchura, no es posible colocar bastidores, hay un sencillo mecanismo para cerrar la entrada y salida de los peces, mediante unas redes plomadas que se suben y bajan automáticamente.

Descrita la marisma, voy á indicar el uso que de ella venimos haciendo.

Es muy grande la cantidad de pececillos que en ella nacen y que se cogen facilmente, cuando tienen de 6 á 8 centímetros, mediante unas pequeñas nansas ó moronells. Mayores, hasta 12 ó 15 centímetros, se cogen menos fácilmente, con cestones y butrones y ya grandes, sólo con nansas de malla muy grande ó acorralándolos con pequeñas jávegas y saltadoras, ya obligándoles á pasar sobre una red que se leva como un cielo de almadraba, dentro de los canales y también delante de las compuertas automáticas.

Del pescado así recogido se hacen tres clases, *pequeño* que se coloca en dos canales al objeto de que continúe su desarrollo y al que no se dá alimento supletorio de ninguna clase. El *mediano,* que aún no está en condiciones de venta, se coloca, por especies separadas, en los canales á ellos destinados, dándole abundante comida para acelerar su crecimiento y engorde. Y el de *buen tamaño* ó *vendible,* que se coloca en jaulas de alambre, de malla apropósito, para irlo llevando al mercado, según la demanda, y al que se alimenta también supletoriamente, pero procurando esté ayuno al cogerlo, por ser así más apreciada en general su carne.

La comida que se les dá es caballa pequeña, convenientemente salada y conservada, *Scomber scombrus* (Linn) y *colias* (C. U.), del que son muy voraces. Pero tiene el inconveniente de que resulta caro, á cuyo objeto convendría poder

hallar, si fuere posible, un alimento análogo al camarón de agua dulce, *Gammarus fluviatilis*, que se diera y reprodujera con la necesaria abundancia en el lago de la marisma. Y hasta ahora no ha podido hallarse.

Las especies que más abundan en el lago son:

El Mugil { *cephalus* (C. V.) Lisa cabezuda.
chelu (Cuv.) Lisa blanca.
El *Labrax lupus* (Cuv.) Lobina, Llobarro.
El *Oblada melanura* (C. V.) Dorada.
El *Charax puntazgo* (C. Bp.) Aurada.
El *Sargus Rondeleti* (Cuv.) Sargo, Sarch.
El *Angilla vulgaris* (Turn.) Anguila.
El *Conger vulgaris* (C. Bp.) Congrio.

Y con menor abundancia:

El *Solea vulgaris* (Riss.) Lenguado.
El *Gobius paganelus* (Linn.) Burro; y
El *Mullus barbatus* (Lacep.) Salmonete.

De estas especies, aceptan bien la estabulación, creciendo rapidamente, los Llobarros, Doradas, Auradas, Sarchs, Anguilas, Congrios y Burros; así como la Lisa blanca; en cambio la Lisa cabezuda parece adquirir una enfermedad, que le altera el hígado, se mancha en la cabeza y en los bordes de todas las aletas, el ano parece irritarse y pierde amenudo la vista, disminuyendo de peso visiblemente y muriendo.

En algunos canales la mortandad ha sido grandísima en esta especie y en cambio la blanca siguió desarrollándose y creciendo prodigiosamente.

La enfermedad parece pone las escamas levantadas y se percibe sólo cuando el pez está en el agua, presentando manchas blanco-amarillentas. Sacado del agua es necesario fijarse mucho para percibir aquellas alteraciones, haciéndose sólo patente su gran enflaquecimiento. Parece desarrollarse como una epidemia. En los canales donde están las más pequeñas no lo hemos observado.

En algunas otras especies, como Sarchs, Doradas, etc., se nota también dicha enfermedad ó alteración aunque con menos extensión; ni enflaquece el pez, ni perece.

¿Es esto una verdadera enfermedad? ¿Puede ser una vegetación especial sobre las escamas? ¿Se debe á poca circulación del agua en los canales en que se presentó?

Todas nuestras observaciones han resultado hasta ahora baldías.

Çomo se vé dos son los problemas principales que precisa resolver: 1.° buscar alimentación barata y 2.° idear un procedimiento que permita pescar, en mayor cantidad, los peces vendibles.

Para atraerles al Lago y á algunos canales, se han probado diversos cebos, sin que hasta ahora ninguno de ellos haya dado resultado satisfactorio. Como tampoco lo dió el uso de focos de gas acetileno, colocados en la popa de una lancha plana, para ver si, deslumbrados por la luz, seguían la embarcación y mediante este engaño se lograba encerrarles en canales, de los que luego, fácilmente, hubieran podido pescarse con un cielo y jávega combinados.

Que no siguieran la luz es tanto más raro cuanto lo verifican los peces que van en mata, en cuyo caso estan las lisas, así como las lobinas ó lobarros que lo verifican en mar libre.

En las rocas de los canales y demás contiguas al mar, que caen dentro del perímetro de la mojonera, se han sembrado mejillones del país, *Mytilus galloprovincialis* Lamk., por no haber dado resultado los del Oceano *Mytilus edulis* Linn. que, traídos de La Rochelle, han permanecido unos meses sin crecer, acusando luego en los meses de riguroso verano del año pasado una mortandad verdaderamente aterradora. De ellos sólo existen vivos, pero casi del mismo tamaño que vinieron, unos pocos colocados en cabos de esparto, al cual están débilmente agarrados, al paso que los del país se les adhieren fuertemente. Están dichos cabos colocados junto á la compuerta Sud en el canal circular y también repartidos sobre las rocas.

Para dar idea de su crecimiento, ahí está una valva de un año y medio á dos, á lo sumo; cuando se colocó dicho mejillón en un cabo de esparto su dimensión era aproximadamente la de un grano de maiz.

Bajo este punto de vista creemos resuelto el problema á favor del mejillón indígena, cuya multiplicación se nos hace, no obstante, algo difícil por poder contar con pocos, relativamente, ejemplares adultos y tal vez también por el gran destrozo que de las crías deben hacer los peces mismos, encerrados en el canal circular y que circulan en los demás.

¿Cómo evitar este inconveniente?

Este año en la parte más septentrional del canal circular, en un trozo que podemos cerrar con compuertas, se colocarán transversalmente medios tablones de pino de los que penderán tablas de madera algo espaciadas, pero que permitirán, en lo posible, recoger todos los gérmenes que diseminen las cuerdas de mejillones que pendientes, de unos alambres, se sujeterán en el centro del canal; y como esta porción del canal circular, estando cerrada por compuertas de malla estrecha, no permitirá la circulación de los peces, creemos poderlo convertir en un gran colector de mejillones. Mas esta experiencia es larga y hasta septiembre ú octubre próximos no podrá saberse su resultado definitivo.

Lograda una buena repoblación, sería muy grande la cantidad de mejillón que podría servirse á los dos años en esta plaza, en estado muy fresco, con desarrollo notable y gusto además verdaderamente esquisito.

Con los mejillones que el año pasado vinieron de Marsilly, NO. de Francia, aparecieron unas cuantas ostras, *Ostrea edulis* Linn., al parecer de las llamadas

portuguesas, que depositamos en un bastidor y colocamos en el canal circular cerca la compuerta más meridional.

Al año escaso pudimos ver ostras, de igual clase, nacidas en las piedras de dicho canal, pues á ellas estaban fuertemente adheridas y con desarrollo bastante para ser aprovechadas.

Además, en el mismo bastidor hemos notado gran desarrollo en las importadas y bastantes nacidas en él, hasta el punto que habiendo sacado unas 12 docenas, no se ha notado su falta, antes al contrario, el bastidor resulta más lleno, prueba palmaria de que aquellas diseminaron, encontrando un medio agradable á su desarrollo.

Estos hechos nos animaron á realizar un ensayo de mayor vuelo, y adquirimos este año, en el mes de enero, 113 ostras verdes y 119 ostras blancas de Columbier y 144 ostras verdes y 144 idem blancas de Pinaut, ambas del NO. de Francia.

Las colocamos en 4 bastidores, por clases, y en todos hemos notado crecimientos palmarios en sus valvas, habiendo sólo perecido 7 que, bien examinadas, habían sufrido roturas en sus conchas que no las permitían cerrarlas bien.

En el mes de abril armamos 6 cajas colectoras, siguiendo las indicaciones de varios autores, para ver si lográbamos recoger la diseminación. Desde entonces se cuidan dichas cajas con gran esmero, sin que ningún síntoma exterior demuestre la más pequeña anormalidad. Sólo notamos al hacerlas, que así como al llegar las ostras y en los primeros días de su aclimatación, se distinguían, á simple vista, las blancas de las verdes, se habían uniformado luego todas pareciendo verdes.

¿Es que realmente la aclimatación en aquellas aguas puede ser su causa? ¿Procrearán normalmente bajo este estado patológico ó es sólo aparente, exteriormente, el aspecto verdoso?

En la Piscina y del lado de tierra colocamos grandes bloques de piedra para hacer cuevas y sombrajos en que pudiesen esconderse y mudar las langostas que en ella hemos colocado en número de 74 y que alimentamos con piensos de caballa y otros peces baratos.

Dichas langostas son pequeñas, pesan desde 27 gramos á 110 y el objeto es ver si resultará económica su estabulación.

Además proyectamos depositar en dicha Piscina langostas hembras fecundadas á ver si los gérmenes llegan á desarrollarse en ella, como hemos leído sería posible en una monografía de cría de peces.

Para evitar los ataques á las langostas por los pulpos que en ella puedan nacer ó introducirse, bastante abundantes en toda la marisma, hemos colocado en la Piscina un congrio grande y dos pequeños que las respetan, pero que atacan y destruyen con voracidad á aquéllos, no habiendo observado hayan muerto langosta alguna y sí sólo recogido 6 langostas que examinadas cuidadosamente, se vió no habían sido atacadas por los pulpos, debiéndose su muerte á causas des-

conocidas, algún golpe importante cuando se las pescó ú enfermedad ordinaria, pues fueron colocadas en la Piscina de marzo á mayo próximo pasados.

En cambio es evidente que las que han quedado crecen y viven bien y son numerosos los caparazones de muda, como éste que tengo el gusto de presentar, que hemos ido encontrando.

Cuando muere una langosta, su cadáver sobrenada y se nota la putrefacción consiguiente; por lo contrario los caparazones de muda, vaciados totalmente, como puede verse en este ejemplar, se llenan rápidamente de agua y quedan quietos en el fondo de la Piscina.

El año pasado en los canales todos de la marisma, pero más especialmente en su lago, pescamos, por medio de palangres, gran cantidad de anguilas y congrios vendibles, que teníamos en serva algunos días y que se vendían perfectamente. Ello nos hizo creer que podían constituir un buen renglón de producción; más durante este año son bastante escasas las anguilas y congrios pescados, sin que sepamos á que atribuir la abundancia del pescado y la escasez que hasta ahora, en el actual, venimos notando, á pesar de que las crías debieron abundar y de haber visto muchas anguilas de 10 y 15 centímetros junto á los bastidores colocados en el canal circular y de haber además observado, en el mes de abril, el suelo de la riera contigua á la marisma completamente negro por el gran número de ellas que casi lo cubrían.

Estas son, Sres. Académicos, las observaciones más importantes y curiosas que puedo exponer á vuestra consideración y hasta á vuestro estudio, si alguna de ellas os pareciere bastante interesante para absorber vuestra atención y vuestro tiempo.

Como veis, son infinitos los problemas que dejo esbozados y desde luego ofrezco á la Academia comunicarle los nuevos que vaya haciendo, así como la solución que en ellos se vaya obteniendo. ¡Lástima grande que dicha experimentación no pueda lograrse fácilmente y que requiera mucho tiempo y mucho dinero!

14 MAY. 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 24

EL ECLIPSE TOTAL DE SOL

DEL 30 DE AGOSTO DE 1905

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en mayo de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 24

EL ECLIPSE TOTAL DE SOL

DEL 30 DE AGOSTO DE 1905

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en mayo de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

EL ECLIPSE TOTAL DE SOL DEL 30 DE AGOSTO DE 1905

por el Académico

D. José Comas Solá

Sesión del dia 27 de enero de 1906

Principales problemas que hay que resolver en los eclipses totales de Sol

Un eclipse total de Sol es siempre un fenómeno favorabilísimo para estudiar y resolver una porción de problemas que se refieren á diferentes ramas de la Ciencia astronómica. Sin necesidad de insistir en tal afirmación, es lícito afirmar que las múltiples cuestiones que se pueden atacar ó resolver en un eclipse total de Sol son, por orden de importancia decreciente, los siguientes: 1.° las que se refieren á la física solar; 2.° á la Astronomía matemática, y 3.° á la Meteorología terrestre.

Los trabajos efectuados dentro de la totalidad por la misión del Observatorio Fabra, misión que tuve la honra de dirigir, se aplicaron casi en absoluto á la física solar; los trabajos efectuados en el Observatorio Fabra, donde el eclipse era parcial, fueron principalmente de carácter matemático y meteorológico.

A la física solar voy, pues, á dedicar primeramente mi atención.

Ocurre con el Sol un hecho al parecer paradógico: que para completar su estudio desde algunos de los puntos de vista más interesantes es preciso ocultar su disco. Sólo disponiendo, en efecto, de una pantalla muy lejana, exterior á la atmósfera terrestre (la Luna), es posible ver directamente toda la cromósfera y muy principalmente la corona, es decir, las dos principales envolventes solares, íntimamente relacionadas con la actividad solar y que la luz difusa de la atmósfera terrestre nos las oculta por completo en tiempo ordinario, exceptuando para el espectroscopio, que en condiciones adecuadas nos permite observar cotidianamente la cromósfera.

La corona solar debe estudiarse principalmente bajo los conceptos siguientes: 1.° su forma, extensión y estructura según la observación directa ó visual, y según la fotografía; 2.° determinación de la cantidad de luz polarizada; 3.° análisis espectral de la corona; 4.° investigaciones fotométricas de su luz total.

En cuanto á la cromósfera, se podrían repetir casi las mismas consideraciones que para la corona.

Muy grande es la importancia de estos puntos de estudio, pues que todos ellos se relacionan con la constitución, orígen y relaciones de las atmósferas ó envolventes solares con las demás manifestaciones que observamos sobre la superficie brillante ó fotósfera del Sol.

En cuanto á las cuestiones de orden matemático, deben considerarse principalmente las observaciones precisas de los contactos, en el supuesto de conocer exactamente la hora local del punto de observación.

En fin, por lo que se refiere á la Meteorología, el campo es vasto, pues todos los instrumentos meteorológicos están afectados más ó menos por la llegada de la sombra de la Luna. Como observaciones derivadas de un eclipse total, deben citarse la observacion de la obscuridad del cielo, del número de estrellas visibles, de las sombras volantes, de los matices atmosféricos, de los planetas intramercuriales, etc.

Plan de observaciones y preliminares.

Los elementos de que pude disponer para la observación del eclipse total eran relativamente escasos, así como el personal, por cuyo motivo tuve que limitarme á algunos de los números del vasto programa de observaciones que podían efectuarse.

Escogí como puntos principales de investigación el estudio de la forma, extensión y estructura de la corona, según la observación visual y la fotografía; análisis espectral fotográfico de la cromósfera y protuberancias; apreciación de los contactos, sirviéndome para los internos del metodo directo y del espectroscópico; en fin, observaciones meteorológicas y otras observaciones derivadas ó complementarias.

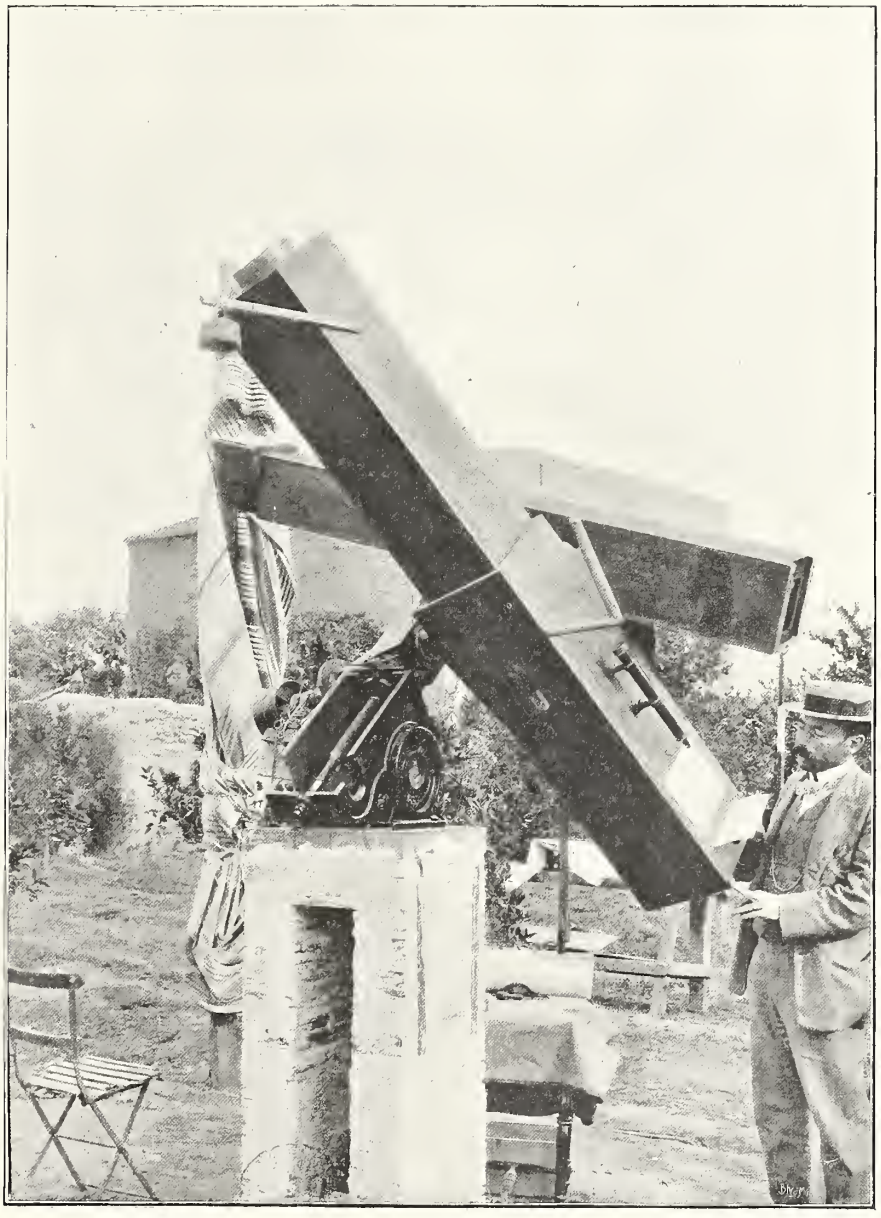
En atención al número de probabilidades de buen tiempo que ofrecían los diferentes puntos de la faja de sombra sobre la Península, escogí para instalarme la población de Vinaroz, que se halla en el litoral mediterráneo.

Los instrumentos consistieron en mi ecuatorial de Grubb de 156^{mm} de abertura, que fué destinado á la fotografía de la corona. El propio pié, provisto de movimiento de relojería, sostenía una cámara prismática con mi objetivo Bardou de 108$^{mm.}$, delante del cual coloqué un gran prisma que tuvo la amabilidad de prestarme mi distinguido compañero de esta Academia Rdo. Dr. Marcer. Pude disponer, gracias también á la amabilidad de la casa Gaumont, de París, de un precioso cinematógrafo, delante de cuyo objetivo de Goerz coloqué un prisma para fotografiar sobre la película los cambios sucesivos del espectro de la cromósfera. Llevéme un cronómetro Rusell observado en el Observatorio Fabra, así como unos gemelos de teatro, habiendo colocado delante de uno de sus objetivos un prisma de Mailhat. D. Salvador Raurich, que se prestó con el mayor entusiasmo á acompañarme y á colaborar en mi trabajo, suministró unos excelentes gemelos de campaña, á los cuales se había adherido un helioscopio para facilitar las observaciones. En fin, se completaron los instrumentos con una porción de cámaras fotográficas de pié, de un metrónomo, de termómetros, barómetros, etc.

El personal pudo completarse gracias al entusiasmo de queridos compañeros míos. Debo citar, en primer lugar, aparte de los servicios que me prestó mi es-

Instalación en Vinaroz de la misión del Observatorio Fabra.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



Ecuatorial fotográfico y espectrográfico.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

posa, como en el eclipse de 1900, al citado D. Salvador Raurich, de Barcelona, que se comprometió á sacar un croquis lo más exacto posible de la corona. Al Sr. Riba, distinguido fotógrafo, que se encargó del trabajo de obturadores del ecuatorial y del cinematógrafo. Coadyuvaron como entusiastas amigos, mi distinguido compañero el académico D. Lauro Clariana y Ricart con su hijo D. Lauro; D. Joaquín Sanjuán, abogado, propietario de la finca donde instalamos los aparatos en Vinaroz y cuya amabilidad para con nosotros nunca será bastante alabada; el ilustrado electricista D. Antonio García, que pudo observar la aparición del *flash* por medio de los gemelos espectroscópicos. Debo también hacer mención del hábil operario D. Sebastián Bover, que con gran actividad é inteligencia llevó á cabo el montaje y desmontaje de las instalaciones. Fuímos, en fin, rodeados de gran número de amigos que todos se prestaron á nuestros deseos, y á quienes doy mis más expresivas muestras de gratitud desde este sitio, y muy especialmente á las autoridades de Vinaroz, que nos concedieron todas las facilidades imaginables.

El día anterior al del eclipse el barómetro experimentó un descenso de unos 10 milímetros, pésimo presagio como es de suponer para las condiciones de observación del fenómeno. Por lo demás, ya desde muchos días antes imperaba un tiempo sumamente variable y un régimen eminentemente ciclónico. Con toda evidencia no íbamos á gozar de un tiempo espléndido, comparable al que nos favoreció durante el eclipse de 1900, en Elche.

Amaneció el 30 de agosto con celajes en forma de cirro-estratos, dejando claros completamente puros. Hácia las 10 de la mañana, habían desaparecido casi todas las nubes gracias á la intensa radiación solar, de manera que, aparentemente por lo menos, todo se preparaba para que pudiéramos disfrutar de un hermoso cielo.

Hácia las 11^h, cuando ya se hacía sensible la disminución de la luz solar y el enfriamiento consiguiente, comenzaron á aparecer nubes hácia el horizonte Oeste, sin duda por la condensación de los vapores poco antes formados por el calor solar. Lo cierto es que con una impresión de infinita angustia todos veíamos aumentar las nubes en tales proporciones que presagiaban una tremenda decepción. Diez minutos antes de empezar la totalidad, tuve el convencimiento de que los nubarrones, en forma de estrato-cúmulos disgregados, iban á ocultar el Sol durante los solemnes momentos de la totalidad.

Así sucedió, en efecto. El primer contacto interno se efectuó estando el Sol ligeramente velado por las nubes vecinas. Pocos segundos después, un fracto-cúmulo aborregado se situó delante del Sol durante unos 50 segundos. Por fortuna, detrás de esta nubecilla seguía un espacio claro extenso, dentro del cual, durante todo el resto de la totalidad, es decir, durante dos minutos y medio, permaneció el Sol, pudiendo efectuar de esta suerte todas las observaciones y realizar casi todo el programa propuesto.

Contactos

No entraba en nuestros planes como estudio especial la comparación entre la observación y el cálculo respecto á los momentos de los contactos. En la observación de un eclipse es siempre perjudicial distraer la finalidad propuesta con observaciones de orden relativamente secundario y de índole distinta, además de que la observación horaria de los contactos tiene análogo valor en todos los puntos en que el eclipse es parcial. De todos modos, cabe asegurar que según las observaciones efectuadas, los contactos primero y segundo, que fueron bien observados, se anticiparon respecto al cálculo unos de 20 segundos.

La observación del primer contacto interno se efectuó por dos métodos, al objeto de apreciar las diferencias que pudieran existir entre uno y otro, y que debían tener por origen una causa de orden físico. A este fin, el Sr. Sanjuán observó directamente por medio de unos gemelos la desaparición del último rayo de luz solar, y el Sr. García, valiéndose de otros gemelos, en los que se había colocado delante de uno de sus objetivos un prisma de 60°, debía determinar también este primer contacto interno apreciando el momento de la inversión de las rayas de absorción del espectro solar.

El Sr. García pudo ver maravillosamente con este sencillo instrumento la aparición del *espectro relámpago*. En los respectivos momentos precisos los señores García y Sanjuán lanzaron con voz fuerte una exclamación convenida. El primero de dichos señores se anticipó de medio segundo al señor Sanjuán, hecho muy lógico y que demuestra que la inversión sensible del espectro se efectúa ya antes de empezar la totalidad, conforme atestiguan todas las demás observaciones espectroscópicas. En el último contacto interno, no fué posible repetir esta observación. Los segundos que transcurrieron dentro de la totalidad se contaron por medio del metrónomo. Se observaron, además, los contactos de la Luna con tres manchas, que tuvieron lugar á las $12^h\ 33^m\ 33^s$, á las $12^h\ 59^m\ 59^s$ y á las $13^h\ 9^m\ 0^s$.

Corona

La observación de la corona fué doble: visual y fotográfica. Encargóse de la observación visual de la corona y de dibujarla el Sr. Raurich. Quedó para mí el manejo del ecuatorial fotográfico y espectroscópico, sirviéndome de placas *special rapid* Ilford, anti-halos, de $18^{cm} \times 24^{cm}$.

A simple vista, apareció la corona constituída por una zona ó región baja de unos 5′ de espesor, sin detalles (aparte de las protuberancias) y brillantísima, como una zona de magnesio incandescente ó de luz Drumont, zona sobre la cual se extendía el resto de la luminosidad coronal, sumamente dilatada y formada de filetes ténues, la mayoría de ellos rectilíneos y radiales, algunos encorvados, otros,

en fin, secantes ó excéntricos, es decir, no siguiendo una dirección radial. Aparecía en conjunto la corona como una gasa plateada y transparente de infinitos matices, filamentos y delicadísimos pliegues. Era imposible por el simple aspecto visual de la corona adivinar la dirección del eje ó ecuador solares, lo cual estaba en harmonía con lo previsto por la relación que existe, sin la menor duda, entre la forma de la corona y el estado de la actividad solar.

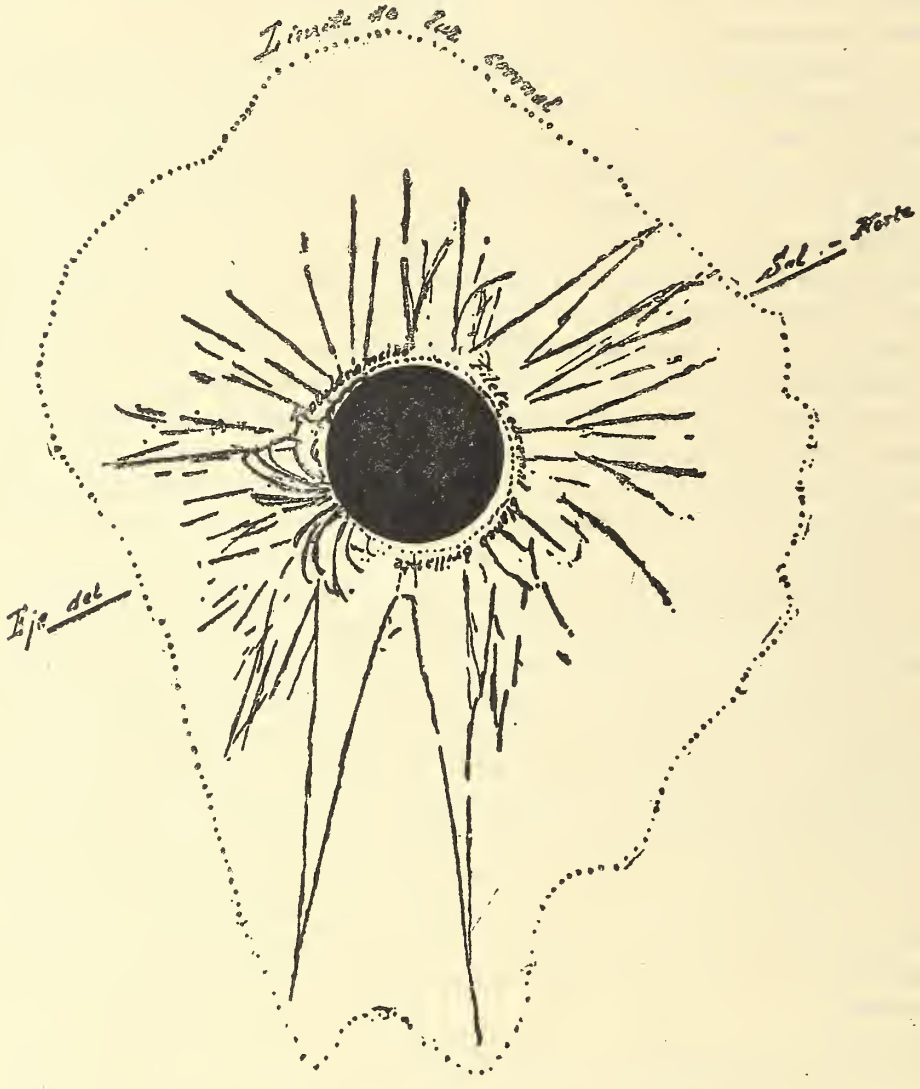
Tres fotografías saqué con el ecuatorial fotográfico de 6 pulgadas inglesas. En la primera, de 8^s de exposición y hecha al través de diáfanas nubes, aparecen, aparte de muchos detalles de la corona, las hermosas protuberancias rosadas que se hicieron visibles en el mismo instante de empezar la totalidad en el borde NE. del Sol. La segunda fotografía, con 10^s de exposición, está tomada al través también de una ligera capa de nubes algo más espesa que la anterior. Por esta razón, la extensión de la corona resulta en este clisé relativamente pequeña; pero, en cambio, se distinguen con mayor limpieza las regiones bajas de la misma, resaltando por su importancia, entre los detalles coronales, un haz divergente ó pincel de filetes polares, cuyo eje de simetría correspondía sensiblemente con el eje solar, y situado en el polo boreal del Sol. Este detalle tiene gran interés, puesto que, aparte de no ser visible directamente á simple vista, ni con aparatos ópticos, demuestra que en las épocas de máxima actividad solar, como en 1905, aún subsiste un rudimento de la formo típica que caracteriza la corona en las épocas de mínima actividad.

La tercera fotografía está obtenida con 12^s de exposición y con cielo completamente claro. Inútil es decir, por lo tanto, que es la fotografía en que la corona aparece más extensa. Esta extensión, medida en el clisé original, resulta por lo menos igual á tres veces el diámetro solar, es decir, que algunos filamentos coronales se extienden hasta 4 millones de kilómetros de la superficie solar. Y téngase en cuenta que estas colosales proyecciones de materia impalpable que brotaban de la mayoría de las regiones del Sol, eran sensiblemente rectilíneas, lo que demuestra, teniendo en cuenta el movimiento de rotación del Sol, que la velocidad de propagación de las partículas constituyentes de los filetes coronales, es por lo menos de más de 100 km. por segundo. De lo contrario, estos filetes, no estando situados sobre ningún plano de perfil, presentarían cierta tendencia á arrollarse en espiral y por consiguiente á desaparecer la forma rectilínea de los mismos.

En el croquis adjunto se marca el esquema de los filetes coronales y el límite luminoso sobre el clisé de la corona exterior.

Es indudable que la máxima potencia repulsiva del Sol, actuando á manera de catodo sobre la materia llamada radiante del tubo de Crookes ó por un efecto impulsivo de la radiación sobre muy ténues partículas, como supone Arrhenius, tiene lugar hacia las regiones reales, esto es, hacia las regiones precisamente prolíficas en manchas, fáculas y protuberancias. Lo cual es perfectamente racional y queda demostrado por mis fotografías. Por otra parte, en confirma-

ción de lo mismo, la segunda fotografía, que muestra, según queda dicho, el pincel de rayos del polo S., presenta dichos filamentos polares sensiblemente encorvados y de mucha menor longitud que hacia las regiones ecuatoriales.



VINAROZ.—Esquema de la corona solar según las fotografías.

Así fotográfica como visualmente, la corona fué mucho más brillante que la de 1900. Este aumento de intensidad luminosa era debido, en primer lugar, al extraordinario brillo de la zona ó región baja de la corona que ya se ha citado; en segundo lugar, á la mayor extensión de la misma.

VINAROZ.—Fotografía de la corona solar. (*J. Comas Solá.*)
Principio de la totalidad.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

VINAROZ.—Fotografía de la corona solar. *(J. Comas Solá.)*
30^s después del principio de la totalidad.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

VINAROZ.—Fotografía de la corona solar. *(J. Comas Solá.)*
Final de la totalidad.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

Este aumento de brillo se hizo patente por la luminosidad general que permitió en plena totalidad leer pequeños tipos de imprenta, cosa que no ocurrió en 1900, á pesar de ser entonces la faja de sombra bastante más estrecha que en 1905. Además, era perfectamente perceptible desde nuestra estación, la sombra proyectada por las nubes gracias á la luz coronal, por manera que dicha luz, cuando menos en su mayor parte, no era debida á la luz difusa crepuscular de nuestra atmósfera ni al reflejo de los rayos solares sobre las nubes, sino á la luz propia de la corona, hecho que está en perfecta concordancia también con el estado de la actividad solar.

La comparación del excelente dibujo obtenido por el Sr. Raurich con mis fotografías es sumamente instructivo por lo que se refiere á las diferencias de apreciación de nuestra retina y de la placa fotográfica. Es digno de notarse que los filetes coronales más difíciles de distinguirse visualmente fueron los encorvados.

El hecho de no ser todos los filetes radiales demuestra la existencia de focos de repulsión en la fotósfera que actúan por sí propios y con independencia de los efectos de la atracción solar. Se concibe sin dificultad que no es preciso que todas las energías proyectivas deban actuar según la dirección del radio del Sol, sino que tendrán que propagarse según las direcciones indicadas por los puntos de mínima resistencia de la fotósfera.

En fin, sobre las grandes protuberancias que aparecieron en el comienzo de la totalidad, se acentúa la intensidad de algunos filetes, hecho que parece demostrar que los grandes focos eruptivos son también centros de repulsión coronal.

Como impresión general, debo manifestar la semejanza indudable que se advierte entre el aspecto y disposición de los grandes filetes coronales y las colas de los cometas, semejanza que se acentúa si atendemos á la repulsión solar que se evidencia en unos y otros. Por lo demás, el grado de enrarecimiento de las colas cometarias es comparable al de la corona, ya que grandes cometas, como el de 1882, han pasado por su perihelio rasando casi la cromósfera y alcanzando regiones que son del dominio de las protuberancias, sin experimentar la menor disminución en su velocidad orbital. Tengo el convencimiento de que la solución de uno de los dos problemas lleva aparejada la del otro.

Espectrografía

Limitéme al estudio espectrocópico de la cromósfera y de las protuberancias por medio de la cámara prismática y del cinematógrafo espectroscópico, estudio siempre interesantísimo y sobre el cual ya he insistido algunas veces en el seno de esta Academia.

Para el análisis espectral de la cromósfera por medio de la cámara prismática, me valí de un objetivo astronómico Bardou de 108^{mm} de diámetro, delante del cual coloqué, con la debida inclinación, un gran prisma de 60°, que me prestó,

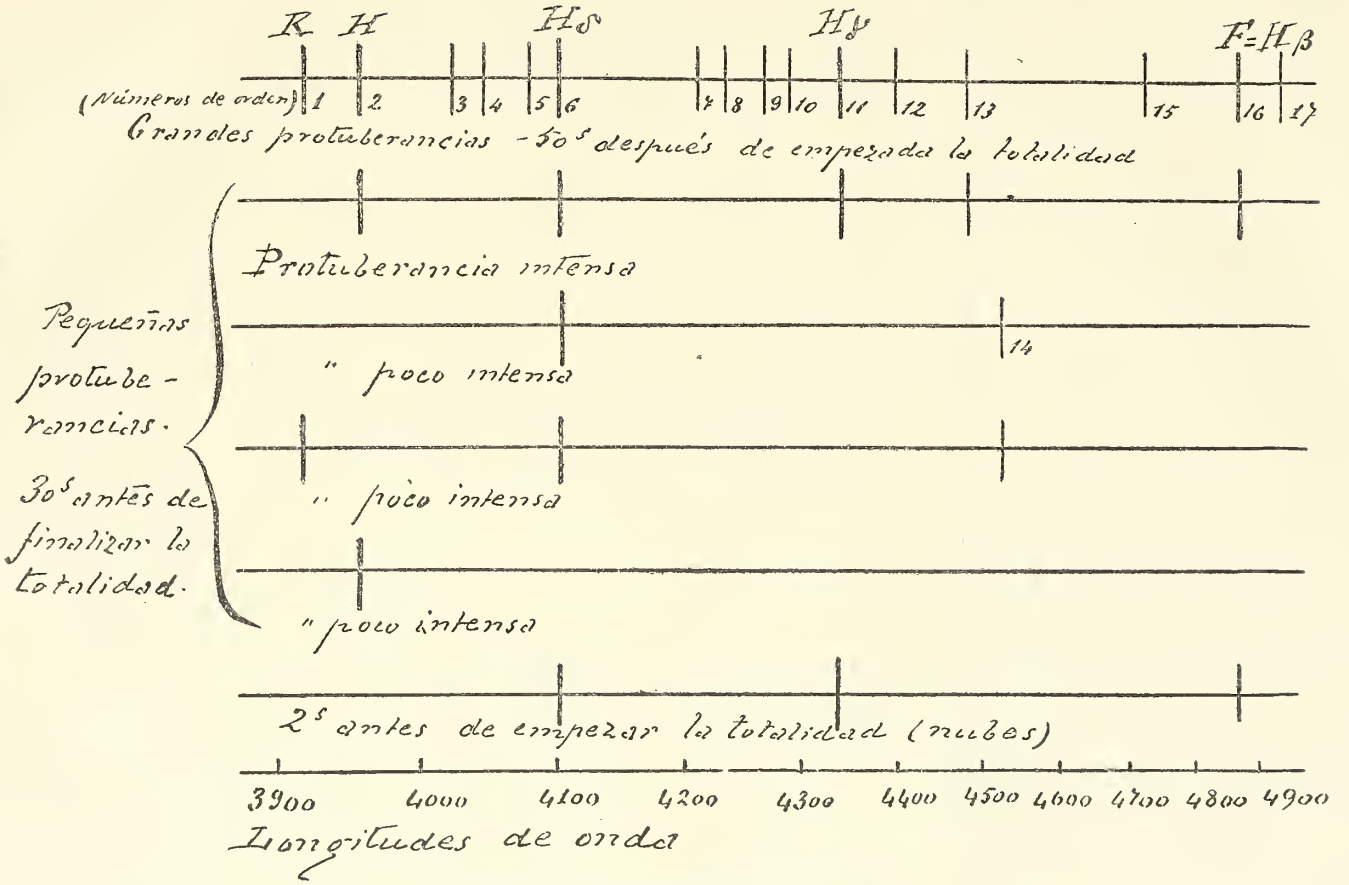
como ya he indicado más arriba, mi querido y respetable compañero en esta Academia Dr. Marcer.

Montado dicho prisma-objetivo en una caja de cedro cuadrangular, proyectaba diagonalmente el espectro cromosférico muy dispersado y luminoso sobre una placa de 13 × 18^{cm}, abarcando desde la región verde hasta el extremo violeta. Coloqué esta cámara prismática sobre el mismo pié ecuatorial de la cámara fotográfica, de manera que estando centrada la imágen espectroscópica estuviera también centrada la corona solar y la imágen dada por el buscador de la cámara fotográfica de 6 pulgadas. De este modo, observando únicamente la imagen proyectada par el buscador sobre una pantalla podía tener la seguridad de colocar en su debida posición ambas imágenes fotográficas á la vez. Inútil es decir que el eje de la cámara espectroscópica formaba con el de la cámara fotográfica un ángulo sensiblemente igual á la mínima desviación del prisma para las radiaciones medias del espectro encuadrado. En fin, la disposición de la cámara espectroscópica era tal que las aristas refringentes del prisma estaban colocadas sensiblemente tangentes á los puntos de contacto del borde del Sol, al objeto de que las rayas espectrales quedaran lo más separadas posible.

Por otra parte, dispuse un cinematógrafo espectroscópico, procedimiento que es la primera vez que se ha usado que yo sepa, con el fin de fotografiar con muy pequeños intervalos de tiempo la sucesiva inversión de las rayas de absorción y el espectro-relámpago. La casa Gaumont de París tuvo la amabilidad de prestarme un excelente cinematógrafo, y la casa Riba, de Barcelona, un luminoso objetivo de Goerz, delante del cual coloqué un prisma de flint de 60° Mailhat, procedente de un espectroscopio de protuberancias, dándoles una inclinación tal á las aristas refrigentes que fueran también sensiblemente tangentes á los puntos de contacto de los bordes solares en el momento de la totalidad. El cinematógrafo estaba montado sobre un pié azimutal.

Con la cámara prismática saqué varias fotografías del espectro normal del Sol pocos momentos antes de empezar la totalidad, al objeto de registrar la inversión sucesiva de las rayas. Las placas empleadas fueron todas rápidas Ilford con anti-halo preparado por la misma casa.

En esta serie preliminar de fotografías, la inversión de rayas es relativamente pobre, tanto es así que hasta pocos segundos antes de empezar la totalidad no se invierten las H y K del calcio, que con tanta facilidad y premura se invirtieron en 1900. Estos resultados son síntomas del poco espesor ó actinismo de la cromósfera, hecho que quedó confirmado con las fotografías subsiguientes, una de ellas obtenida casi en el instante mismo de empezar la totalidad (véase la figura adjunta). Sólo se destacan en ésta las principales rayas hidrogenadas. En otras fotografías espectrales obtenidas en plena totalidad, á pesar de la larga exposición que dí á algunas de ellas, solo resaltan las principales de la serie hidrogenada. Hecho que demuestra que la capa cromosférica ha sido durante este eclipse relativamente poco rica en espesor é intensidad, resultado que puede pa-



VINAROZ.—Espectro de las protuberancias.

recer paradógico teniendo en cuenta que el Sol se hallaba en aquel entonces en su época de máxima actividad. Mas si consideramos que la época de máxima actividad ha sido precedida por un largo periodo de mínima en que las erupciones solares han sido escasísimas, se encontrará muy natural, á mi entender, que siendo reciente la recrudescencia solar, los gases emitidos por las erupciones no hayan sido capaces todavía de extremar, ni mucho menos, el espesor cromosférico, ya que la fotósfera solar posee sin duda cierto grado que podríamos llamar de impermeabilidad para la mayoría de los gases y vapores qne surgen bruscamente de las capas más profundas del Sol y que se difunden rápidamente por expansión, según cree muy pausiblemente el P. Feny, en la atmósfera sumamente enrarecida del astro del día.

El estudio detenido de mis espectrografías protuberanciales me ha permitido obtener la siguiente tabla de rayas brillantes (véase la misma figura adjunta):

Núms. de orden	Longitudes de onda	Aspecto	Metales
1	3933.	Muy brillante.	Calcio.
2	3967.	Muy brillante.	Calcio.
3	4018.	Pálida.	?
4	4034.	Pálida.	Manganeso
5	4063.	Pálida.	?
6	4101.	Brillante.	Hidrógeno.
7	4215.	Poco brillante.	Calcio.
8	4226.	Pálida.	Calcio.
9	4260.	Pálida.	Titano.
10	4289.	Pálida.	Titano.
11	4339.	Brillante.	Hidrógeno.
12	4393.	Pálida.	Titano (?)
13	4471.	Pálida.	Titano (?)
14	4522.	Pálida.	Titano.
15	4718.	Pálida.	?
16	4861.	Brillante.	Hidrógeno.
17	4933.	Muy pálida.	Bario.

La región visible del espectro está comparada con el de Angström; la parte ultraviolada lo está con el de Cornu.

Como se ve, el hidrógeno, el calcio y el titano, son, dentro de esta región espectral, los principales cuerpos constitutivos de las protuberancias, manifestándose no sólo por la mayor abundancia de rayas sino también por el mucho mayor brillo de las mismas.

De lo dicho y observado resulta que la intensidad de la radiación cromosférica no coincide con el estado de la actividad solar, como ocurre con la corona, que es un fenómeno relacionado directa é instantáneamente con las manifesta-

ciones de la energía solar, sino que va atrasada de algunos años con relación á dicha actividad.

Pero no termina aquí la cosecha de consecuencias que se deducen de mis fotografías espectroscópicas especialmente protuberanciales.

En la figura adjunta represento esquemáticamente las principales rayas invertidas que aparecen en mis fotografías. Según se vé, en el primer clisé espectroscópico, sacado 50 segundos después de haber empezado la totalidad, aparece claramente el espectro de las grandes protuberancias del NE. En el clisé original pueden distinguirse en este grupo nueve protuberancias distintas, algunas de las cuales alcanzaban más de 80.000 km. de altitud sobre la fotósfera. Su espectro consta esencialmente de las rayas H y K, muy intensas, pertenecientes al calcio; de la *h* ó sea Hδ de la serie hidrogenada; de la *x* ó Hγ de la propia série; en fin, de la F de Fraunhofer, perteneciente al hidrógeno. Debo advertir que la Hγ aparece invertida desde la primera fotografía espectroscópica del *cusp,* obtenida 5 minutos antes de empezar la totalidad; en cambio no se invirtieron las demás, profundamente protuberanciales. Demostración evidente de que la temperatura no es la misma en la cromósfera que en las erupciones, si aceptamos en un principio las ideas de Lockyer, que suponen cambios espectrales en una misma substancia variando su temperatura. Por lo demás, esta consecuencia es perfectamente lógica, ya que *a priori* podemos suponer que la capa tranquila cromosférica tiene la temperatura menos elevada que los vapores recientemente proyectados por las erupciones.

Los espectros de las pequeñas llamas que aparecieron en el borde SO. al finalizar la totalidad confirman lo dicho. En efecto; una de estas protuberancias, pequeña pero intensa, presentó la H pero no la K, la Hδ, la Hγ, la F, desapareciendo muchas otras rayas secundarias de menor importancia. Otra protuberancia poco intensa solo marcó la H, mientras otras protuberancias poco intensas no presentan ni la H ni la K, pero en cambio la Hδ y alguna otra raya secundaria. La ausencia de algunas rayas del hidrógeno y del calcio es un hecho sumamente notable.

De ello podemos deducir, pues, legítimamente que la temperatura es muy distinta entre la cromósfera y las protuberancias, y aun entre estas mismas, y hasta quizás dentro de la masa de cada una.

En fin, de las mismas fotografías, sacamos la consecuencia de que en el eclipse de 1905 la raya Hδ si bien ha sido, aunque no siempre, protuberancial, se ha caracterizado principalmente por su intensidad cromosférica, resultando al propio tiempo, según mis clisés, que la Hδ cromosférica es doble y la protuberancial simple, hecho que muy plausiblemente está relacionado con la presión del hidrógeno incandescente. Es de suponer, en efecto, que la presión debe ser mayor en el seno de las protuberancias que en la cromósfera.

Debo hacer notar asimismo que la mayoría de las protuberancias marcan en los clisés un rudimento de espectro continuo, lo que nos hace creer que en las

erupciones y llamas solares existen también partículas sólidas incandescentes, rastros quizás de la materia brillante granular que constituye la fotósfera y que es arrastrada á lo alto por las violentas erupciones solares.

El espectro de las pequeñas protuberancias que fueron visibles en el eclipse de 1900 no presenta ninguna de las anomalías advertidas en 1905. Es preciso no olvidar, sin embargo, que las protuberancias de 1900 fueron todas ellas muy pequeñas y poco intensas con relación á los de 1905.

Con el cinematógrafo espectroscópico me propuse obtener la sucesión de la inversión de las rayas antes y después de la totalidad y registrar el momento del *flash*. Empezó á desarrollarse la película un minuto antes de empezar la totalidad, imprimiéndola la menor velocidad posible, al objeto principalmente de dar relativamente mucha exposición á cada imágen, exposición que resultó ser aproximadamente de $\frac{1}{5}$ de segundo y que ya fué más que suficiente, puesto que desarrollada con revelador diluído dió en poco tiempo una imágen completa, con el deseado contraste de tonos. Desgraciadamente, por efecto de una inadvertencia del operador, se colocaron solamente 25 metros de cinta en el aparato, de manera que muy pocos segundos antes de empezar la totalidad se acabó la la película. Fracasó, por lo tanto, en parte la fotografía cinematográfica del espectro del *flash* ó del espectro-relámpago; en cambio, pude comprobar la escasa inversión del espectro de la cromósfera poco antes de empezar la totalidad, circunstancia sobre la cual ya he insistido más arriba, y pude convencerme, en fin, por la claridad y finura de las rayas obtenidas en la película, de las grandes ventajas que en los sucesivos eclipses puede reportar el empleo del cinematógrafo tal como lo dispuse en el eclipse de 1905, sobre todo por lo que se refiere á la determinación de los momentos de aparición y desaparición de las rayas espectrales y el poder representar ante un público, con claridad maravillosa tan interesantísimos fenómenos.

En los momentos de la totalidad fué perfectamente visible el planeta Venus, Régulo y la Espiga. Las nubes impidieron sin duda ver ninguna otra estrella de primera magnitud.

Varias personas aseguraron haber visto una estrella fugaz cuando el eclipse fué total y que se dirigió hacia el Sur, alcanzando poca altura sobre el horizonte en el momento de desaparecer.

OBSERVACIONES DIVERSAS

Para efectuar las observaciones meteorológicas más indispensables, se colocaron convenientemente un barómetro aneroide y varios termómetros ahumados. Las observaciones fueron efectuadas, aparte de los Sres. Raurich y García, de mi querido compañero don Lauro Clariana y Ricart y de su hijo don Lauro. En la hoja adjunta van detalladas estas observaciones y los diagramas representan

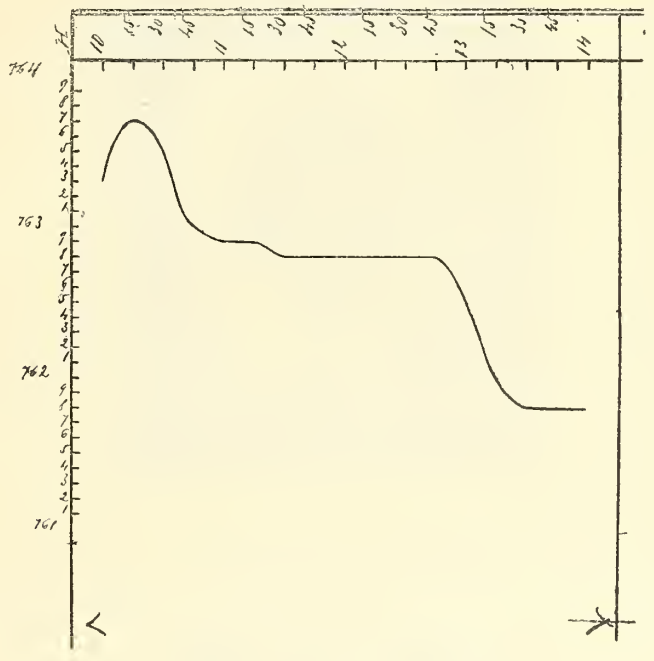
VINAROZ.—Imágenes del Sol, eclipsado parcialmente, al través del follaje.

Fragmento de la película cinematográfica espectroscópica.
20^{s} antes de principiar la totalidad.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

gráficamente las observaciones termométricas y barométricas. La influencia del eclipse sobre estas últimas aparece dudosa por la grande inestabilidad de presión que dominaba. En cambio, la baja termométrica fué considerable.

Pocos minutos antes de empezar la totalidad, se manifestaron con cierta violencia varias ráfagas del llamado *viento del eclipse,* cuya impresión fisiológica es la de intenso frío.



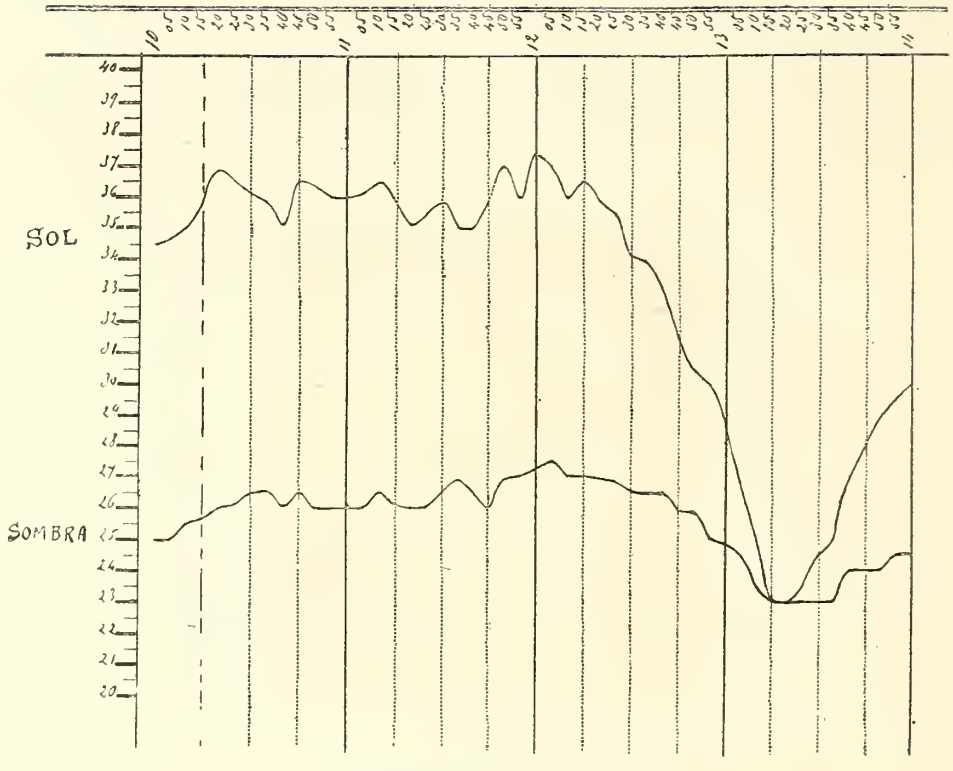
VINAROZ.—Curva barométrica.

Las sombras ondulantes pudieron observarse perfectamente, pero no se hizo ningún estudio detenido de las mismas en Vinaroz por estar todos nosotros en aquellos momentos ocupados en cuestiones preferentes.

El Sr. Raurich pudo efectuar diferentes observaciones sobre varios animales en los que se manifestó la sensación, sobre todo entre las aves, de la venida de la noche, y entre los mamíferos domésticos, de temor ó asombro á la llegada de aquella noche brusca é insólita. La masa del pueblo que nos ensordecía con su gritería mientras el eclipse fué parcial, guardó el más absoluto silencio en los momentos de la totalidad.

Como curiosidad, se sacaron varias fotografías de las imágenes del Sol en el suelo mientras el eclipse fué parcial. Los mejores résultados se obtuvieron escogiendo árboles de espesa copa, pero de hojas pequeñas.

La segunda mitad del eclipse fué casi completamente inobservable por la espesa capa de nubes que cubrió el cielo.



VINAROZ.—Curva termométrica.

NOTICIAS COMPLEMENTARIAS

Debo á la amabilidad de varias personas aficionadas los datos que obtuvieron de sus propias observaciones dentro y fuera de la totalidad, datos que tienden á completar este relato.

He aquí un extracto de las principales cartas que he recibido referentes al *eclipse total*.

De Valladolid, por don Cándido Piñán:

«Observé el eclipse á unos 2 km. de Burgos, sobre una cúspide elevada situada á unos 1000 metros sobre el nivel del mar. Al empezar el eclipse, nubarrones espesos cubrían el cielo, mas no impedían que el Sol luciese; pero, á medida que el eclipse avanzaba, crecía también la cerrazón Al empezar la totalidad, las nubes continuaban cubriendo el Sol, pero durante un momento se disiparon y dejaron ver en toda su grandeza la corona solar por espacio de tres ó cuatro segundos tan sólo.

»Según observé, empleando unos gemelos de teatro, esta corona no estaba

exactamente representada como las que aparecen en su hermoso folleto acerca del de 1900, sino en la forma siguiente:

»La corona, que era muy extensa, formaba, en primer lugar, alrededor del disco negro de la Luna un aro ó anillo brillante al que seguía la luz más pálida de la corona exterior, prolongándose en ráfagas desiguales.

BURGOS.—Corona solar.—Dibujo del Sr. Beovide.

»Al disminuir la luz solar por el eclipse, no presentó ninguna coloración particular, quizás por la cerrazón de nubes que entorpeció las observaciones. En el momento de la totalidad, las nubes adquirieron un color de pizarra obscuro ó un azulado casi negro. La lectura de su folleto de Vd. en los momentos de la totalidad me fué muy fácil, más aún que en una noche de luna llena. Durante los pocos segundos en que pudo verse la corona, aumentó por modo notable la luminosidad del paisaje. El viento que soplaba fuerte en tanto que el eclipse fué parcial, pareció calmarse cuando llegó la totalidad.

»La corona me pareció filamentosa en sus extremos, prolongándose por filamentos desiguales. La coloración total de la corona era blanca, de reflejos plateados, algo parecida al arco voltaico dentro de una bombilla mate. No pude ver ninguna sombra ondulante antes y después de la totalidad».

De Vitoria, me escribió el Sr. Beovide, que observó el eclipse en Burgos, y al efecto me remitió el excelente dibujo de la corona que aquí se publica.

El Dr. W. Müller me envía los siguientes datos desde Caspe:

«El día del eclipse de Sol estuve, con un amigo, en Caspe, por el temor de que en Flix no tendría la suerte de poder verlo total. En Caspe fué total y duró unos dos minutos. La grandiosidad del espectáculo me causó esas mismas sensaciones publicadas ya mil veces en los periódicos y que me es difícil describir mejor.

(*Continúa en la pág. 20*)

ECLIPSE TOTAL DE SOL DEL 30 DE AGOSTO DE 1905. (OBSERVACIONES DE VINAROZ)

Horas	Mins.	Termómetros. Sol.	Termómetros. Sombra.	Barómetro. — Aneroide	Clase de Nubes.	Vientos.	Matices atmosféricos.	OBSERVACIONES.
10		34°5	25	763mm5	Estratos al Sudeste. . . .	Sudeste.	. . . . .	Norte limpio.
	05	34.7	25					
	10	35	25°5					
	15	35.8	25.7	763 . 7	Bajan los estratos. . . .	Norte suave.	. . . . .	Tendencia á despejarse la atmósfera.
	20	36.8	26		Cirros al Sur.			
	25	36.5	26.2					
	30	36.8	26.5	763 . 5	Estratos bajos al N.O. y S.E.	Atmósfera tranquila. . . .	. . . . .	Atmósfera despejada.
	35	35.8	26.6					
	40	35.2	26.2					
	45	36.5	26.5	763	. . . . .	N. E.		
	50	34.8	26		Aumt.° de Cirros al S. y S.E.	Algo fuerte N.	. . . . .	Norte limpio.
	55	36	26					
11		36	26	762 . 9	Cirros y estratos bajos al S. y S. E.	Fresco N. E.	. . . . .	Norte limpio.
	05	36 2	26					
	10	36.5	26.5					
	15	35.8	26.2	762 . 9	Levántanse al O. Bajan estratos y Cirros al S. E. .	Del W.		
	20	35.2	26					
	25	35.5	26					
	30	35.8	26.5	762 . 8				
	35	35	26.8					
	40	35	26.5					
	45	35.8	26	762 . 8	Aumentan por el N. y O. Al N. fórmanse Cirros. . .	Del W.		
	50	37	26.8					
	56	36	27		Poco elevadas por el N. O.	. . . . .	. . . . .	Atmósfera despejada. Primer contacto.
12		37.4	27.5	762 . 8				
	05	37	27.5		Continúa lo mismo.			
	10	36	27					

Horas	Mins.	Termómetros. Sol.	Termómetros. Sombra.	Barómetro. — Aneroide	Clase de Nubes.	Vientos.	Matices atmosféricos.	OBSERVACIONES.
12	15	36°5	27	762mm8	Continúa lo mismo. . . .	N. E.		
	20	35.8	26°9		. . . . .	. . . . .	Disminuye sensiblemente la luz..	Atmósfera despejada.
	25	35.5	26.8		. . . . .	. . . . .	Azul claro.	
	30	34.2	26.5	762 . 8	Desaparecen las del S. y S. E.	Suave del N. E.	. . . . .	
	35	34	26.5		. . . . .	. . . . .	Palidece más la luz.	
	40	33.2	26.5		. . . . .	. . . . .	. . . . .	Aparece Venus.
	45	31.5	25.8	762 . 8	Por N.O. rápidos Nimbos en dirección al Sol. . .	. . . . .	Azul obscuro.	
	50	30.5	25.8		. . . . .	Dirección indeterminada. .	. . . . .	Aparecen golondrinas.
	55	30	25					
	57	29	24.9		Nimbos alcanzan el Sol.. .	. . . . .	Luz pálida.	Cohete granífugo; gran movimiento de pájaros.
13		28.2	24.8	762 . 5	Dejan Nimbos libre el Sol..	. . . . .	Luz plomiza.	Nuevos cohetes sin eficacia alguna sobre las nubes.
	05	26.8	24.5					
	08	26	24.3		Obscurecen el Sol.			
	10	25.2	24		. . . . .	. . . . .	Color plomizo.	
	15	23	23	762				
	16	23	23		Dejan libre el Sol. . . .	. . . . .	Obscuridad, luz clara E. y S. E.; Rosácea al N. y al E.	2.° contacto (totalidad). Corona espléndida. Visibles Régulo y la Espiga.
	18	23	23					
	20	23	23		. . . . .	N. O.	Obscuro E; algo claro O. .	
	25	23.5	23		Nubes.			
	30	24.5	23	761 . 8				
	35	25	23					
	40	27	24					
	45	28	24	761 . 8	Más nubes.			
	50	29	24					
	55	29	25					
14		30	25	761 . 8	Nubes generales.			

La corona era espléndida. Provisto de un pequeño telescopio, pude ver las protuberancias, las cuales tenían el aspecto muy rosado y no purpurado como se ha visto tantas veces en diversas fotografías. Por propia sensación, creo que la temperatura debió descender de algunos grados.

»Mis amigos de Flix han podido confirmar su cálculo, pues el eclipse no fué completo, dejando la Luna de cubrir un segmento pequeñísimo, pero suficientemente grande, para impedir muchas observaciones. En cuanto á estrellas, sólo consiguieron ver Venus.»

EL ECLIPSE PARCIAL

Se estudió con gran detención en el Observatorio Fabra el eclipse de Sol del 30 de agosto como parcial. Para llevar á cabo dichos trabajos, se prestaron, con la aprobación de la Academia y bajo mi dirección, los distinguidos doctores en Ciencias señores Jardí y Pólit, á quienes se agregó en calidad de fotógrafo el hábil operador señor Rodriguez Roy. Nada mejor que conceder la palabra á aquellos señores para dar cuenta de los trabajos que llevaron á cabo y de los resultados que obtuvieron en el Observatorio Fabra:

«De las observaciones meridianas efectuadas anteriormente deducimos que el estado de los dos cronómetros del Observatorio, á las $4^h\ 48^m$ de la madrugada del día 30 era el siguiente:

Sidéreo	Medio
$+\ 4^m\ 25^s$	$-\ 3^m\ 21^s$

»Para la mejor determinación de los momentos de los contactos y disponiendo de dos cronómetros, acordamos distribuirnos de modo que uno (Pólit) los apreciase mirando la imagen del Sol proyectada sobre una pantalla por el buscador pequeño, y el otro (Jardí) mirando el Sol á través del anteojo visual del ecuatorial cuyo objetivo se había diafragmado á 10 cm. A causa de una pequeña rectificación que en el movimiento del ecuatorial tuvo que hacerse pocos momentos antes del comienzo de la eclipse y por no verse todo el limbo del Sol, á Jardí se le escapó dicho instante, pero en cambio Pólit lo pudo observar perfectamente en la pantalla. El segundo contacto lo pudimos apreciar bien los dos.

»Cinco minutos antes del momento calculado, nos colocamos en nuestros sitios esperando el momento del comienzo del fenómeno. En este instante, el señor Jardí debía avisar al Sr. Rodriguez por medio de un hilo atado á su mano para que anotase la hora que señalaba el cronómetro sidéreo y el señor Pólit debía hacer lo mismo con el Sr. Piñol, que estaba mirando el medio, y que se prestó amablemente á auxiliarnos.

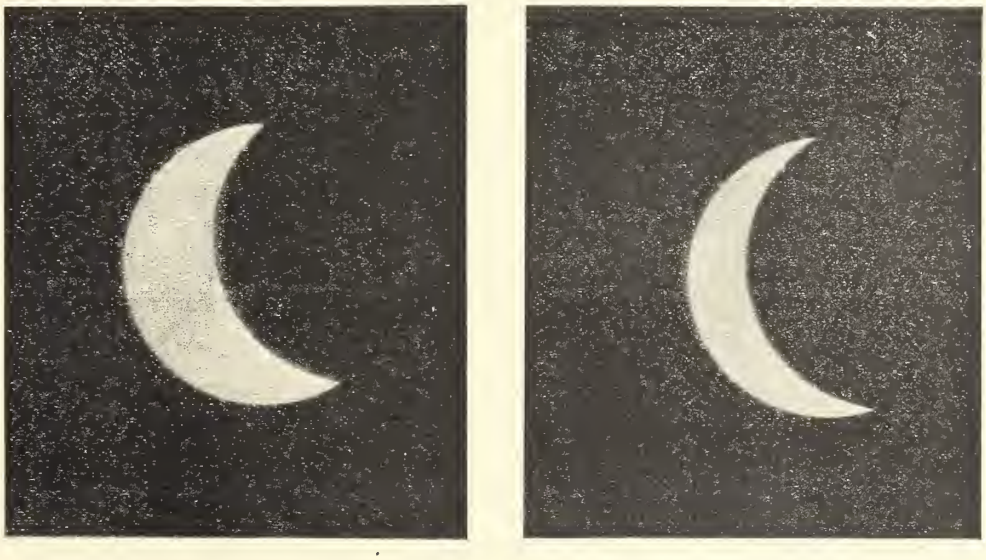
»De este modo había completa independencia entre los dos observadores.

»Hechas todas las correcciones, resultaron las siguientes horas en tiempo medio de Greenwich:

Observador	1er contacto	2.° contacto
Pólit.. . .	$11^h\ 58^m\ 24^s$	$2^h\ 36^m\ 25^s$
Jardí..	2 36 26	

»Entre estos dos instantes se fueron obteniendo una série de fotografías con el anteojo fotográfico del ecuatorial provisto para ello de un obturador instantáneo que Jardí había construído para el caso, además de haber reducido el diámetro del objetivo á 15 centímetros.

»Al mismo tiempo, se obtuvieron otra série de fotografías por medio de una cámara atada al ecuatorial. Las horas en que se obtuvieron las fuímos anotando. Para el mejor éxito en la obtención de las fotografías, antes de obtenerlas rectificábamos la posición del ecuatorial para que la imágen del Sol se formara exactamente en el centro de la placa fotográfica.



Fases del eclipse parcial.
Fotografiadas en el Observatorio Fabra.

»Visto el Sol por proyección sobre la pantalla, se podían apreciar algunas manchas, una de ellas de regular tamaño. La primera que fué alcanzada por el disco de la Luna, quedó ocultada á $0^h\ 41^m\ 1^s$. Antes de llegar el disco de la Luna al borde de la mancha grande citada antes, parecióle á Polit que se alarga-

ba hasta unirse con aquél. Jardí notó con otra mancha que su núcleo era menos obscuro que el disco de la Luna.

»El momento de la máxima fase, bastante difícil de apreciar, pareció tener lugar á $1^h\ 19^m$, sacándose fotografías de la misma.

»Pocos momentos antes y después de este instante, y durante unos tres minutos, aparecieron las sombras volantes, que Jardí, que fué el primero en verlas, apreció su velocidad sobre un lienzo blanco que se había colocado en el suelo, como la de un hombre á paso forzado. Su dirección era aproximadamente de SO. á NO.

»Con los elementos del eclipse dados por la «Connaissance des Temps» de 1905, y partiendo de las horas aproximadas que para Barcelona daba el Sr. Tarazona en su Memoria, se calcularon para la posición particular y aproximada del Observatorio los instantes del principio y fin del eclipse en tiempo de Greenwich, obteniéndose los siguientes resultados:

1er contacto	2.º contacto
$11^h\ 58^m\ 5^s$	$2^h\ 36^m\ 7^s$

que comparados con la observación dan un retardo de 19^s para el fenómeno respecto á la hora calculada.»

Ramón Jardí. *Isidro Pólit.*

Se sacaron durante el fenómeno una série de buenas fotografías por medio del ecuatorial, algunas de las cuales van insertas en este trabajo, lo propio que con la cámara de pequeño objetivo al cuidado del Sr. Rodríguez.

Los mismos señores Jardí y Pólit se ocuparon en efectuar varias observaciones fotométricas, habiendo redactado sobre este asunto la siguiente comunicación:

OBSERVACIONES FOTOMÉTRICAS

«Considerando de interés el estudio de la variación de la luz emitida por el Sol durante el eclipse, acordamos verificar observaciones fotométricas por el procedimiento fotográfico, completado de manera que nos permitiera trazar luego la curva de la intensidad luminosa.

»El procedimiento consiste en exponer á la acción de los rayos solares, perpendicularmente á su dirección, un trozo de papel fotográfico ordinario durante un tiempo determinado, siempre el mismo, en los diferentes instantes del eclipse; claro está que de esta manera se obtendrán diferentes tintes tanto más obscuros cuanto mayor es la cantidad de luz solar recibida. Para deducir de aquí la curva de intensidades, se dispone de una tira de papel sensible, del mismo que

nos sirvió durante el eclipse; colocada sobre una tabla y cubierta con una hoja de cartón, descúbrese paulatinamente para exponerla á la acción de los rayos solares por medio de un movimiento paralelo y uniforme de la pantalla que la cubre hasta que la mayor parte de la tira ha recibido la acción reductora de la luz, y entonces, por un movimiento rápido, vuélvese á cubrir casi instantáneamente. Como la luz del Sol se ha conservado sensiblemente constante durante el breve tiempo que dura la operación, se comprende que obtendremos una escala de tintes de comparación tal que las cantidades de luz recibidas por los diferentes puntos serán proporcionales á las distancias que van desde estos puntos al más próximo que no ha sido impresionado, el cual será el orígen de la escala y corresponderá á una cantidad de luz igual á cero.

»Observando ahora qué puntos de la escala tienen el mismo grado de ennegrecimiento que los diferentes papeles expuestos durante el eclipse, tendremos que las cantidades de luz recibidas por éstos, y por consiguiente las intensidades relativas de la luz en el instante de impresionarlos, serán proporcionales á las distancias de dichos puntos al cero de la escala.

»Este fué exactamente el procedimiento que seguimos, y nos resta exponer el medio de que nos valimos para llevarlo á la práctica con comodidad, así como los resultados obtenidos.

»Sobre una lámina de vidrio pegamos un papel negro con una ranura longitudinal de un centímetro de anchura, por debajo de la cual podía moverse en sentido perpendicular la tira de papel sensible, de manera que sucesivamente las distintas porciones de ésta pudieran ser expuestas al Sol al través de la ranura. Esta ocupaba el fondo de una caja de cartón negro, la cual nos servía para protejerla de los rayos solares que no fuesen directos y para orientar el aparato antes de cada observación, procurando que las paredes de la misma no arrojaran sombra alguna.

»Una tapadera que cerraba perfectamente la caja protegía el papel sensible entre cada dos observaciones La exposición dada en cada observación duraba un minuto y se repetía cada diez minutos. De este trabajo estaba encargado el Sr. Piñol, que se ofreció á ayudarnos en nuestra labor.

»Dos clases de papel empleamos, papel al citrato de plata y papel celoidina mate. Con ambos hemos trazado las curvas antes de fijarlas, trabajando á la luz artificial, pues un mayor ennegrecimiento hubiera falseado las observaciones. Después fueron virados y fijados todos al mismo tiempo y en la misma cubeta.

»Por la falta de un ensayo previo, no pudimos ver que un minuto de exposición era demasiado para el principio y fin del eclipse, pues el ennegrecimiento fué tan intenso que apenas hay variación de tono de unas observaciones á otras, pudiendo únicamente aprovechar las porciones de curvas próximas á la fase máxima, que son las que siguen:

	12h 42m	12h 52m	13h 2m	13h 12m	13h 22m	13h 32m	13h 49m	13h 52m	14h 2m
Citrato virado . .	95	69	445	20	7	35	715	103	172
Celoidina sin virar.	47	34	22	15	3	24	51	69	130
Citrato sin virar .	71	51	38	18	5	31	61	83	145

»La curva correspondiente al papel celoidina virado y fijado, por un percance sufrido al virarlo y fijarlo, no ha podido ser utilizado totalmente, pero algunos puntos que han podido ser determinados coinciden casi con los de la curva correspondiente al papel citrato sin virar.

Ramón Jardí. *Isidro Pólit.*

A esta comunicación sigue la observación de las franjas en los siguientes términos:

OBSERVACION DE LAS FRANJAS

«Otro de los trabajos que entraban en nuestro programa, fué la observación del momento de la aparición, velocidad, dirección y demás particularidades que ofreciesen las sombras ondulantes características de los eclipses de Sol en los momentos y lugares próximos á la totalidad.

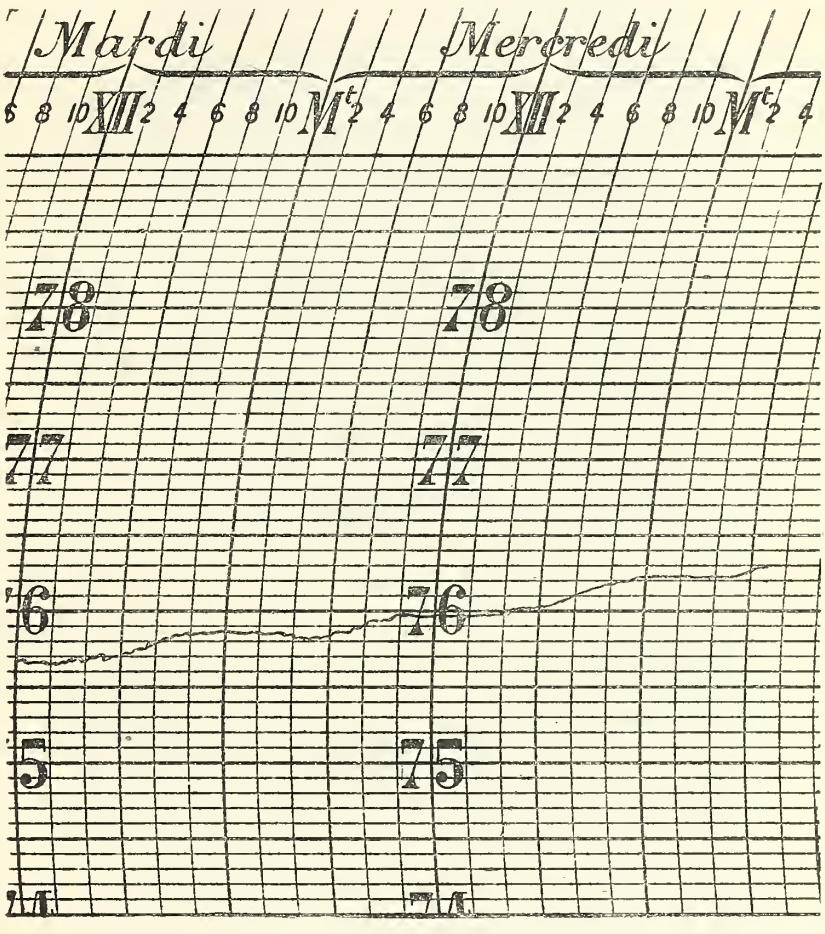
»Con tal objeto se colocó, como es costumbre, una sábana tendida en la plazoleta del Observatorio, con los bordes paralelos á las paredes del edificio y por consiguiente, según las direcciones NS. y EO., de manera que pudiera observarse con comodidad desde la galería que rodea á la cúpula.

»Cuatro minutos antes de la máxima fase nos pareció vislumbrar como si la sombra de un ténue cirro cruzara por nosotros, é inmediatamente dimos la voz de ¡las sombras! con el fin de mostrarlas á los señores Académicos y demás personas que nos honraban con su presencia; pero se mostraban aquéllas tan débiles y aparecían y desaparecían con tal rapidez que por un momento llegamos á dudar de si había sido ilusión nuestra la aparición del fenómeno, ó si realmente era visible; mas no tardaron las sombras en mostrarse francamente con intensidad creciente á medida que la Luna iba cubriendo el disco del Sol y siguiendo una marcha inversa á partir del instante de la fase máxima. Es digno de notarse que este segundo periodo de tiempo fué proximamente medio minuto más largo que el primero, debido sin duda á la práctica adquirida, que nos permitió seguir las franjas hasta el momento de desaparecer por completo.

»Notamos todos los presentes que las citadas franjas se observaban con más limpieza en el suelo algo obscuro de la calle que en la blancura de la sábana, y mejor todavía sobre las anchas barandillas del Observatorio, sobre todo si se mi-

raba con alguna oblicuidad; mas en ninguna parte adquirieron la intensidad suficiente para poder ser fotografiadas.

»La anchura de las bandas era próximamente de unos treinta centímetros, se



OBSERVATORIO FABRA.—Curva del barógrafo.

propagaban de SSO. á NNE. con la velocidad que llevaría un hombre sin correr pero á paso forzado.

Ramón Jardí. *Isidro Pólit.*

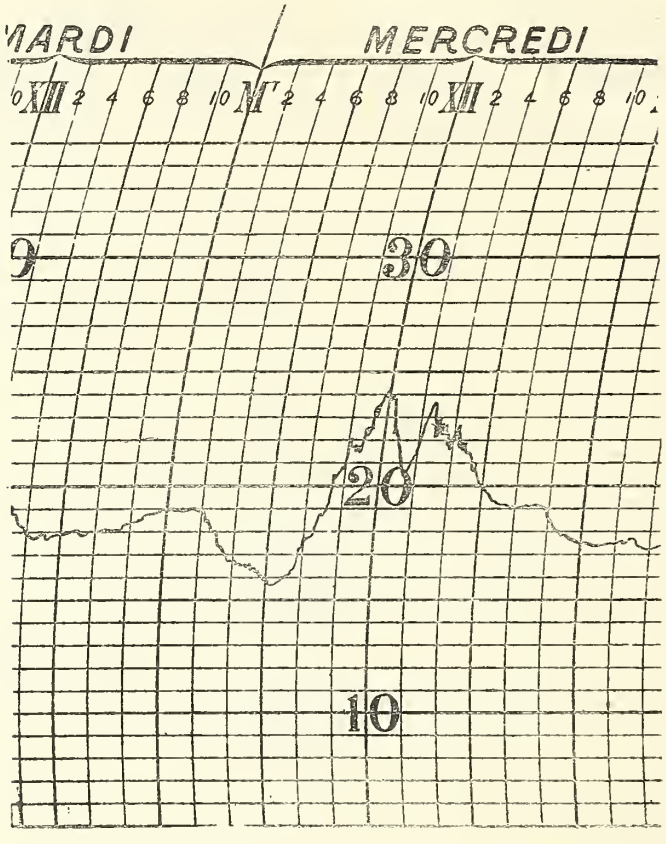
A estas observaciones hay que añadir las importantes curvas trazadas por los aparatos meteorológicos registradores del Observatorio Fabra, entre ellas la muy notable del actinómetro, todas insertas en esta Memoria.

A esta série de interesantes documentos, debo añadir también los que he re-

cibido de personas amigas y entusiastas de la ciencia referentes á diversas observaciones del eclipse parcial. Doy un extracto de las principales.

Del Vendrell escribe D. F. Ramón:

«Con cielo clarísimo hasta las 13, se ha visto una estrella á la izquierda del



OBSERVATORIO FABRA.—Curva del termógrafo

Sol (derecha nuestra) muy intensa. Algunos han visto otra durante muy poco rato. Se han presentado nubecillas.

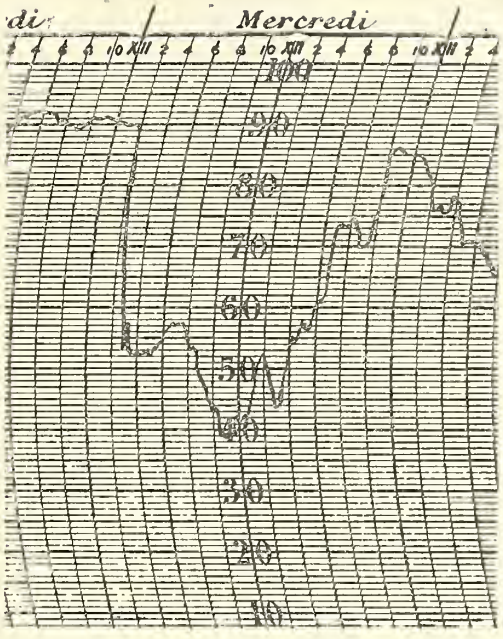
»Las *sombras ondulantes* se veian muy marcadas; corrían aproximadamente á razón de 8 m. por segundo.

»La luz en la máxima fase, como de la Luna llena.

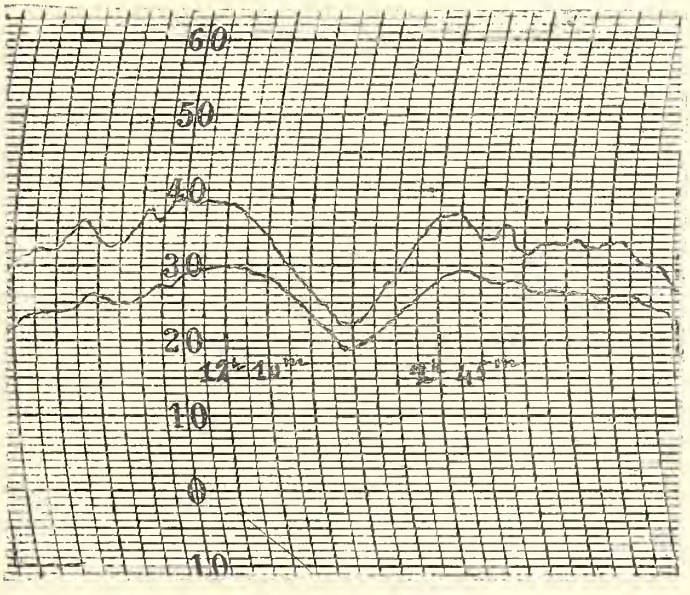
»Los gallos han cantado como al atardecer; las gallinas han ido al interior del gallinero para dormir.

»Las moscas en el interior de la casa también presentaban el aspecto del anochecer.

»Mirando desde la calle los tejados, se veía como un vapor ó descomposición de luz, efecto, creo, de las *sombras ondulantes*.»



OBSERVATORIO FABRA.—Curva del higrómetro registrador.



OBSERVATORIO FABRA.—Curva del actinómetro.

Don Isidro Arigós observó el fenómeno en Malgrat, y me comunica los siguientes datos:

«Cielo con celajes y algún chubasco, pero no han influído en la observación desde esta localidad. Cuarenta minutos antes del primer contacto, el termómetro marca al Sol 36° 8; cinco minutos antes del primer contacto 36° 5.

A las	11h 56m.	36°
»	12 30	36°
»	12 35	33° (nubes)
»	12 40	32°.8
»	12 46	32°
»	12 55	27°.5
»	12 0	24°
»	13 5	23°
»	13 10	22° (chubasco)
»	13 14	21°.5
»	13 20	20°·4

»Debido al chubasco, la obscuridad es muy pronunciada, formando gran contraste con la amortiguada luz del Sol. Se nota acentuado frío.

A las	13h 26m.	20°
»	13 30	20°.5
»	13 50	23°
»	13 55	23° (nubes)
»	14 0	23°
»	14 5	26° (se aclara el cielo)
»	14 10	28° (nubes)
»	14 15	25°
»	14 20	24°
»	14 25	24°.5
»	14 30	24° (cenit claro)
»	14 35	24° (nubes)
»	14 40	23°.5

»Sigue después tiempo variable con propensión á la lluvia.»

Don Luis de Castro me escribe de Barcelona:

«Arreglé y comparé cuidadosamente mi reloj con el de la Real Academia. Hasta las 13h 20m (el reloj llevaba un avance de 3m y 6s.) no pude distinguir el planeta Venus. Estrella no ví ninguna; no obstante me dijeron se había visto una en los momentos de la totalidad hácia el lado del mar ó sea entre el S. y el E.

NUBES. { Cúmulos densos en el NE. al aproximarse la máxima fase; estratos en el SSE. en los momentos de la totalidad.

VIENTOS: SO., que se tornó frío y aumentó algo su velocidad al llegar los momentos culminantes del fenómeno.

COTACTOS (Hora del reloj sin corregir.) { 1º—12h 2m 9s
4º—14h 37m 1s

»La luz tomó un tono azul sucio, que luego pasó á azul verdoso, y, por último, á un violado verdoso (color cadavérico).

»En cuanto á los efectos que el eclipse produjo en los animales domésticos, puedo decir que fueron nulos en tres pájaros que tuve ocasión de observar, entre ellos un jilguero y un canario, pues no dieron muestra alguna de extrañeza, ni noté en los mismos tendencia al recogimiento ni al sueño.

»La obscuridad producida en este eclipse del 30 de agosto, á pesar de ser bastante mayor la porción de disco solar ocultada por la Luna que en el del año 1900, me pareció muy poco superior ó igual á la observada, cuando el fenómeno del último mencionado año.»

D. Apeles Mestres, de Barcelona, me comunica los siguientes datos:

«Deseando contribuir en lo que posible me fuera, á la mayor acumulación de datos, propúseme estudiar los efectos del eclipse en mis grandes amigas las plantas.

»Al objeto tomé como sujetos de observacion las de floración nocturna (el Juan de noche, etc.). Aquellas cuyo perfume se exhala á la caída del Sol (petunias, datura de Egipto, etc.), aquellas cuyas hojas se inclinan ó se doblan al desaparecer el astro del día (malváceas, mimosa sensitiva, etc.) eupomeas, campánulas, etc.

»Desgraciadamente, y conforme me temía, los efectos fueron nulos en todas ellas; la única que se mostró sensible fué la gran malva hibisco de flor amarilla, la cual replegó sensiblemente sus hojas—conforme lo hace de las 5 á las 6 de la tarde—y que volvió á levantar gradualmente después de la máxima del eclipse.

»No me cabe la menor duda pues, de que á disfrutar aquí de la totalidad del eclipse, hubiera obtenido observaciones curiosas.

»Respecto á los animales domésticos, observé que de *nueve* gallinas *cinco* se recogieron, y las otras cuatro permanecieron de pié pero inmóviles durante largo rato y como entontecidas.—Nada absolutamente en perros y gatos.»

Don Fernando Sastre, de Tarragona, da cuenta de las siguientes observaciones:

«Al observar las sombras ondulantes encontré cierto parecido y semejanza con otras que he observado distintas veces en el muelle de esta ciudad, especial-

mente en días de gran sol. Observé un astro que se hallaba al Occidente en el apogeo del fenómeno y que supongo sería el planeta Venus.

»Por último, apareció por el Occidente un cuerpo redondo de pequeño diámetro aparente, muy luminoso, de color plateado y que no centelleaba, el cual recorrió la bóveda y desapareció por el Este, esfumándose en los rayos del Sol no eclipsado; luego apareció otro hacia el mismo sitio y que sólo se diferenció del anterior en la variante de que era de forma ovalada; según me dijo otro observador, había visto otro tercer cuerpo análogo á los anteriores.»

(Probablemente se trata de varios bólidos, lo cual concuerda en el fondo con las observaciones efectuadas en Vinaroz.)

Don Juan Fatjer, de Barcelona, me remite las siguientes observaciones:

«*Observaciones efectuadas en el Paseo de San Gervasio, 47.*

HORAS	TEMPERATURA A la sombra	TEMPERATURA Al Sol	VIENTO Dirección	VIENTO Velocidad	OBSERVACIONES
11.30	24°	26°	SE.	0m.80	
12	25°.5	27°			Primer contacto á las 11h 58.
12.15	24°	26°	SE.	2m.2	
12.39	23°.5	25°	SSE.	2m.4	Coloración general lívida.
12.45					
13	23°	23°.5	SSO.	1m.0	
13.15	22°.5	20°.5	S.	1m.35	Se ve muy bien Venus.
13.20	22°	19°	S.		
13.30	21°.5	19°.5	SSO.	0m.80	
13.45	22°	21°.5	SSO.	1m.50	
14	22°.5	23°.5	SSO.	0m.40	
14.15	23°.5	28°	S	0m.60	
14.30	23°.5	29°	SE.	0m.35	

Nota.—Tiempo magnífico durante todo el eclipse.»

De Octavio Sans, de Barcelona:

«Temperatura al principio. . . . 22°
» á las 1h . . . . . 25°
» á las 1h 25m . . . 25°
» á las 2h . . . . . 27°

Principio . . . . . á las 11h 58m.
Máximo : . . . . . á las 1h 26m.
Fin. . . . . á las 2h 27m.

»Planeta visible á simple vista, que supongo sería Venus, á las $11^h\ 17^m$, y dos estrellas más al Norte.

»La montaña del Tibidabo tomó un color plomizo como en los días de tempestad y nubes bajas.

»Inmersiones de manchas. $\begin{cases} 12^h\ 35^m\ 12^s \\ 13^h\ 10^m\ 15^s \end{cases}$

»Emersiones de manchas. $\begin{cases} 13^h\ 55^m\ 0^s \\ 14^h\ 15^m\ 0^s \\ 14^h\ 21^m\ 10^s \\ 14^h\ 26^m\ 0^s \end{cases}$

Don Modesto Domingo, de Barcelona, me manda sus observaciones que no discrepan, en el fondo de las anteriores, habiéndose fijado dicho señor muy particularmente en las manchas visibles en aquellos momentos en el Sol.

Don Cristóbal Almirall, de Esparraguera, se ha servido remitirme los siguientes datos:

TEMPERATURA AL SOL Termómetro ahumado			VIENTOS	NUBES	SOMBRAS
Horas f. c.	Grados cent.	Observaciones			
12	42	Primer contacto.	NE. suave		
12.10	43		» »		
12.20	42		» »		
12.30	41.50		» »	Pequeños cúmulos	No se hicieron visibles las manchas ondulantes.
12.40	39		SE. fuerte	sin importancia ni	
12.50	36		» »	cambio notable durante el fenómeno.	
1	32		» »		
1.10	27		» »		
1.20	19	Máximo.	» »		
1.30	24		NE. suave		
1.40	25		» »		
1.50	27		» »		
2	31		» »		
2.10	35		» »		
2 20	37		» »		
2.30	40		» »		
2 40	42	Ultimo contacto.	» »		

OTRAS OBSERVACIONES

»Al llegar al máximo del eclipse se dejó ver una brillante estrella al SO. durante unos 15 minutos.

»La corona solar nos fué imposible observarla, pues quedaron mucho más de 2 centésimas de disco solar visible y cuyos vivos resplandores nos impidió ver el menor rastro.

»Entre la sombra del follaje de los árboles de todas clases y por los claros que dejaban pasar los rayos solares se proyectaban en el suelo y paredes multitud de medias lunas que con sus aspectos dibujaban fielmente el curso del eclipse hasta su total duración

»También le adjunto una fotografía directa, hecha siguiendo sus consejos, al cumplir la hora justa de principiar el eclipse.»

He recibido igualmente otras interesantes observaciones, entre las cuales debo citar las de los Sres. Martorell y Fons, Calbó y Chaparro, Ferset y Navarro del Vendrell, etc., pero que no añadirían ningún nuevo dato á los aquí apuntados.

Creo haber cumplido con este trabajo la misión que me cupo la honra de dirigir con motivo del grandioso fenómeno astronómico. Mil gracias sean dadas á cuantas personas y autoridades nos otorgaron facilidades con su trabajo ó con su entusiasmo. Por mi parte, me doy por satisfecho con haber contribuído quizás en algo, con el auxilio de mis colaboradores, á levantar nuestros conocimientos sobre la física del Sol y con haberme sido posible gozar por unos instantes de la inolvidable visión del magnífico eclipse de Sol del 30 de agosto de 1905.

CÁLCULO DE LOS INSTANTES

DE LOS CONTACTOS DEL ECLIPSE DE SOL DEL 30 DE AGOSTO DE 1905, PARA EL OBSERVATORIO FABRA.

Latitud. . . . . $\varphi = 41^\circ\ 25'\ 18''$ N.
Longitud.. . . . . L = 13′ 14″ O. de París.

Log const.	9.998495	Log const.	9.998495
Log tg φ.	9.945607	Log sen φ_1	9.819742
Log tg φ_1	9.944102	Log (r sen φ').	9.818237
$\varphi_1 = +41^\circ\ 19'\ 22''$		Log (r cos φ')=Log cos φ_1.	9.875641

	Primer contacto	Segundo contacto
Hora aproximada de Madrid. . . .	$11^h42^m12^s$.	$2^h20^m48^s$
Diferencia de longitudes Paris-Madrid.	24 6	24 6
T. de Paris.	$0^h\ 6^m18^s = 0^h6^m,3$	$2^h44^m54^s = 2^h44^m,9$
H..	1° 24,′1	41° 3,′9
L..	— 13,′2	— 13,′2
H + L.	1° 10,′9	40° 50,′7
Log (r cos φ')..	9.87564	9.87564
Log sen (H + L).	8.31434	9.81558
Log ξ.	8.18998	9.69122
Log (r sen φ')..	9.81824	9.81824
Log cos d.	9.99443	9.99447
Log I.	9.81267	9.81271
Log (r cos φ')..	9.87564	9.87564
Log sen d.	9.20183	9.20002
Log cos (H + L).	9.99991	9.87879
Log II.	9.07738	8.95445
I.	0,64965	0,64970
II..	0,11949	0,09004
η.	0,53016	0,55966
Log (r sen φ').	9.81824	9.81824
Log sen d.	9.20183	9.20002
Log III..	9.02007	9.01826

	Primer contacto	Segundo contacto
Log (r cos φ')	9.87564	9.87564
Log cos d	9.99443	9.99447
Log cos (H + L)	9.99991	9.87879
Log. IV	9.86998	9.74890
III	0,10473	0,10429
IV	0,74129	0,56190
ζ	0,84602	0,66519
Log const	7.63992	7.63992
Log (r cos φ')	9.87564	9.87564
Log cos (H + L)	9.99991	9.87879
Log ξ'	7.51547	7.39435
Log const	7.63992	7.63992
Log sen d	9.20183	9.20002
Log ξ	8.18998	9.69122
Log η'	5.03173	6.53116
x	— 0,48709	0,96301
ξ	0,01545	0,49115
$x - \xi$	— 0,50254	0,47186
y	0,73446	0,31634
η	0,53016	0,55966
$y - \eta$	0,20430	— 0,24332
x'	0,009143	0,009142
ξ'	0,003277	0,002479
$x' - \xi'$	0,005866	0,006663
y'	— 0,002632	— 0,002640
η'	0,000011	0,000339
$y' - \eta'$	— 0,002643	— 0,002979
Log. (m sen M)	9.70146 —	9.67381
Log. (m cos M)	9.31027	9.38618 —
Log tg M	0.39119	0.28763 —
M	— 67° 53,'4	— 62° 43,'3
Log sen M	9.86701 —	9.94880 —

	Primer contacto	Segundo contacto
Log m.	9.73445	9.72501
Log (n sen N)	7.76834	7.82367
Log (n cos N)	7.42210 —	7.47407 —
Log tg N.	0.34624 —	0.34960 —
N.	— 65° 44,′7	— 65° 54,′7
Log sen N.	9.85986 —	9.96043 —
Log n.	7.80848	7.86324
M — N.	— 2° 8,′7	3° 11,′4
Log ζ.	9.70150	9.82294
Log tg f_e	7.66575	7.66576
Log (ζ tg f_e).	7.36725	7.48870
u_e	0,53764	0,53739
ζ tg f_e	0,00233	0,00308
L_e	0,53531	0,53431
Log sen (M — N).	8.57320 —	8.74544
Log m.	9.73445	9.72501
Log [m sen (M—N)].	8.30765	8.47045
Log L_e	9.72860	9.72779
Log sen ψ.	8.57905 —	8.74266
ψ.	— 2° 10,′87	— 3° 10,′2
Log $\left(-\frac{m}{n}\right)$.	1.92597	1.86177
Log cos (M—N).	9.99969	9.99933
Log $\left[-\frac{m}{n}\cos(M-N)\right]$.	1.92566	1.86110
Log L_e	9.72860	9.72779
C. Log n.	2.19152	2.13676
Log cos ψ.	9.99968	9.99933
Log $\left(\frac{L}{n}\cos\psi\right)$.	1.91980	1.86388
$-\frac{m}{n}\cos(M-N)$.	+ 84m, 27	— 72m, 62
$\frac{L}{n}\cos\psi$.	— 83m, 14	+ 73m, 19
τ_1	1m, 13	
τ_2		0m, 57

	Primer contacto	Segundo contacto
T.	$0^h\ 6^m,\ 3$	$2^h\ 44^m,\ 9$
$T + \tau_1$	$0^h\ 7^m,\ 43 = 0^h\ 7^m\ 26^s$	
$T + \tau_2$		$2^h\ 45^m,47 = 2^h\ 45^m 28^s$
Tiempo de Greenvich.	$0^h\ 58^m\ 5^s$	$2^h\ 36^m\ 7^s$

I. Pólit.

512
PRESENTED
24 AUG. 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 25

EL ARTE DE CINCELAR

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en junio de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 25

EL ARTE DE CINCELAR

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en junio de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

EL ARTE DE CINCELAR

Discurso leído por el Académico

DON JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

Sesión del día 27 de enero de 1906

SEÑORES ACADÉMICOS:

Consideramos al cincelado como uno de los principales elementos que en la metalistería tienen influencia bastante para dotar á la obra, en su terminación, del caracter artístico definitivo que el artista, autor de la misma, se propuso otorgarle al concebirla, amén de cuando constituye el principio y fin, en cuyo caso el cincelador viene á ser el autor absoluto de la obra suntuaria.

Su orígen se remonta á lejanos tiempos de los cuales se conservan multitud de obras selectas, como estátuas monumentales, estátuas pequeñas de salón, ornamentos de estancias, muebles, sepulturas, joyas de todas clases, todas fundidas primeramente y luego terminadas con el retoque del cincel, dando relieve ó cuerpo á la parte superficial y completando la obra ostentando el aspecto artístico que había concebido su autor. Son prodigiosos los trabajos de cincel al repujado en cantidad considerable y que se conservan hoy día en varios museos, todos los cuales determinan claramente el poder artístico del cincelador.

La historia romana nos ha legado numerosas maravillas de la producción artística de aquel pueblo, en que se nota principalmente la pericia del cincelador con cuyo procedimiento se terminaba la obra. El gran museo de Nápoles ofrece un testimonio el más elocuente de la historia artística romana con sus grandes y prodigiosas estátuas de bronce, como el JÚPITER, y sus estatuitas el NARCISO y la VICTORIA, admirablemente modeladas y terminadas á cincel sin perder un ápice del inspirado conjunto del modelo. Los preciosos cubre-brazos y piernas que usaban los gladiadores nos dan una patente prueba de cuanto trabajaba en ellos el cincelador apurando el artístico trabajo, especialmente en los escudos y corazas de los cuales se conservan reproducciones que cautivan.

Sucumbió aquella civilización y en la próxima edad media tenemos aplicado el repuje en diferente forma y para diferentes usos. Producíanse en su totalidad repujando una plancha de metal, generalmente plata ó cobre, varios objetos litúrgicos, como cruces, cálices, vinajeras, paces, etc., y cuantos servían perfectamente para el culto, desarrollándose en todo su esplendor en los siglos XIV y

XV. En ellos se cincelaron las preciosas cruces parroquiales, los ostensorios, paces, cálices y joyas para el uso particular en armonía con los esmaltes y el engaste de piedras preciosas, llegando al punto culminante en la época llamada del Renacimiento en la cual brillaron para la posteridad infinidad de artistas muy hábiles, muy inspirados, conocedores del arte en general que producían y concebían las obras bellísimas que son hoy nuestra admiración y encanto. El cincelador tenía en ellas una parte muy principal y en algunas le correspondía todo el mérito de la elaboración. Díganlo las hermosas bandejas de plata en cuyos centros figuraban composiciones completas llenas de figuras, ya simbólicas, históricas, místicas ó mitológicas con sus frisos ó marcos ornamentales de los reinos animal y vegetal, produciéndose la armonía estética que eleva la obra artística á la verdadera admiración. A la sazón se establecieron los gremios; instituciones sumamente buenas, moral y artísticamente consideradas, de poder suficiente para legislar en beneficio propio y del país, proclamando de paso cual era la suficiencia profesional de todos los que cultivaban las industrias respectivas.

La Excma. Diputación Provincial de nuestra ciudad, posee los magníficos libros llamados de *pasantías*, adquiridos del Gremio de Joyeros y Plateros, cuando éste se disolvió por órden emanada del poder central. En ellos constan multitud de bellos dibujos de los autores con que éstos consignaban su maestría; y en la mayor parte campea el cincelado de un modo casi rudimentario y que atestigua hasta que punto se daba importancia á un elemento el más propio para expresar la parte rigurosamente artística de la obra suntuaria. Aparecen, sobre todo en los de los siglos XV y XVI, bajo una totalidad simple y severa, con profusión de ornamentos cincelados en que se determinaba la agrupación de figuras y animales con los motivos sacados del reino vegetal, ejecutado con todo el primor del cincel y admirablemente concebido en la composición. El famoso Giberti de Florencia, con sus admirables 3 puertas del Bautisterio, el célebre Benvenuto Cellini con sus constantes creaciones, de las cuales se conservan algunas en el Real Museo de Madrid, los inspirados Juan de Arfe creador de sublimes obras, como la custodia que existe en la Catedral de Córdoba, Martí, catalán ilustre que nos legó el fruto de sus inspiraciones y otros muchos; llevaron el procedimiento de sus cincelados á una altura importantísima, revistiendo sus obras aquel caracter sublime que pasa á través de los tiempos aleccionando á los modernos con las prácticas que usaron llenos de inspiración y rindiendo á la belleza todo el esplendor del culto inspirado en el conocimiento cabal de la misma y en el más acendrado entusiasmo.

Desde la coraza y el yelmo de los magnates y guerreros, en que en la superficie de la plancha repujaban composiciones atrevidas, llenas de sabor histórico y alegórico, hasta las joyas con que se engalanaban las damas de aquella época y en que campeaban toda suerte de ornamentaciones; nótase la intervención del cincel, en alto grado para satisfacción del sentimiento estético que seguramente daba fisonomía á aquella sociedad, que fué degenerando en lo tocante á buen

gusto, á la par que los artífices degeneraron en sus composiciones sustituyendo por las formas geométricas las que procedían de la naturaleza.

El cincelado fué sustituído casi por completo por el grabado, especialmente en la joyería para cuyas joyas bastaban un círculo, cuadro ó triángulo con esmalte negro y las líneas hechas por medio del buril con las que se decidía la ornamentación de la pieza. En este estado de atraso en la concepción, apesar del adelanto que se observaba en la ejecución, sobre todo en Francia y en Suiza, en cuyos países cuidaron siempre de una ejecución apuradísima, vino una época, la presente, en que, desentendiéndose por completo de aquellas formas é inspirándose libremente en los encantos de la naturaleza se operó la gran evolución en el dibujo decorativo, recordando el modo de concebir de los artífices del Renacimiento y creando un nuevo estilo, llamado modernista, en el cual muchos inexpertos no logran más que llamar la atención en sentido inverso al que reclama un criterio sólido y de buen gusto. Con esta noble evolución que significa la necesidad de la introducción de las bellas artes en las artes suntuarias, creció otra vez el arte del cincel puesto que se trataba de enriquecer las piezas con la reproducción de la figura humana, los animales y las plantas en todas sus múltiples formas y manifestaciones, de modo que la pieza de arte suntuario venga á ser en realidad de verdad una obra artística. Y ya, llegados á este punto, hemos de observar lo que significa el cincelado en los varios aspectos que sus procedimientos presentan. Se llama repuje aquel que presenta en su anverso todo el bajo relieve que se ha podido alcanzar. Se abolla una plancha por un lado hasta que se produce abocetadamente todo el principal relieve que ha de tener la composición y luego se va terminando por el otro lado, con todos los pormenores y todas las minuciosidades exigibles; habiéndose producido con este procedimiento obras inmortales, asuntos decorativos, bíblicos, históricos, etc., etc.

El cincelado de talla es el que tomando un bloque de metal de parecida forma á lo que se quiera cincelar se va esculturando sacando metal con los hierros cortantes, (cinceles), con auxilio de martillo, limas y buriles, hasta que se logra la escultura realista ó decorativa que se pretenda alcanzar, constando en la historia de nuestras artes muchos nombres de verdaderos artistas que han producido en toda España las obras que se guardan en los museos y muchas más que con el tiempo y la ignorancia han ido desapareciendo.

Finalmente, el cincelado llamado de retoque es el que se emplea en terminar la obra producida por la fundición ó á la lima y martillo, terminándola al gusto completo del autor que produjo el modelo y apurando todos sus pormenores raspando el metal en la superficie. Este trabajo exige que el retocador se convierta en un fiel intérprete del artista que concibió la obra, pues de no existir en él la pericia suficiente, puede destruir por completo su valor artístico esencial.

Según un estracto de inventario de objetos que bajo la guarda de Diego de Olarte, guarda-joyas del príncipe D. Cárlos, hijo de Felipe II, existen en la Real Armería de Madrid: Un estoque con letras que dicen «Piernes me fecit», dorado.

El puño, cruz y vaina son de plata dorada con ornamentación de hojas cinceladas. Otro de iguales condiciones que lleva por inscripción «Calixtus papa tertius». Una daga cuyos puño y cruz son de oro cincelado en relieve. Una espada con el puño y demás piezas de oro cincelado en relieve. El cinturón que está decorado con 25 piezas de oro, cinceladas representando mascarones y unas medallas.

Es innegable por lo dicho, la necesidad primordial del Arte y la de que, en su virtud, sea el cincelador un artista verdadero, sin lo cual no existiría la verdadera obra, pues debe reinar en su ejecución el sentimiento inspirado de la forma y el conocimiento exacto para realizarla debidamente. Nuestra historia nacional prueba elocuentemente como fuimos artistas en la época del Renacimiento; hasta que punto llegaron los cinceladores de nuestra patria, con sus obras inspiradas, de gran composición é indiscutible mérito; obras que van pasando á la posteridad, de las cuales pueden citarse muchas que se guardan en el Museo Real y en muchos de nuestros templos; las admirables custodias de Toledo, de Córboba, de Barcelona y de muchos otros puntos de España, concebidas admirablemente por sus autores y ostentando un trabajo admirable de cincel, en repujado, tallado y retoque.

En nuestros días, iniciada la evolución de que se hace mención en estos apuntes, y apareciendo en los horizontes la necesidad de producirse el arte verdadero, arte de inspiración, de cálculo y de base, existen ya muchos y verdaderos artistas cinceladores cuyas obras resisten la más severa crítica y son el verdadero encanto para las personas de buen gusto.

El licenciado Gaspar Gutiérrez de los Ríos, que es un autor español de fines del siglo XVI, dice, entre varias cosas de que trata en materia de las Artes Suntuarias, «que asimila á los escultores los que él llama artistas plateros, no entendiéndose por éstos á los que simplemente trabajan la plata y el oro, pero sí á los que esculpen y repujan en pequeño ó en grande figuras y asuntos varios del natural como lo hacen en suma los verdaderos escultores»; lo prueba al mismo tiempo que se tenía por artistas de verdad á los que fundían en bronce, modelaban y *cincelaban* como Ruby, Diego de Oviedo, Ramírez, Valdivieso, Vergara, el viejo Pardo y otros quienes por medio del cincel, hicieron pasar sus obras á la posteridad.

En la época presente y dada la división de procedimientos en las artes suntuarias, aparece el arte del cincelador en una esfera que convence con toda su razón de ser y ofrece todo el valor de su esencia artística. Busca en las encantadoras formas del ser humano, los medios de expresión, la estructura y los rasgos característicos que pueden dar cabal idea de su eficacia real como temas realistas y como temas decorativos y armoniza los seres simbólicamente con los animales, en su extensa complicación numérica, ya tratándoles como su realidad objetiva exige, ya combinándoles en forma que resulten alegóricos ó simbólicos para expresar ideas determinadas por medio del arte plástico en el que se funden

todos los proyectos decorativos á los que presta el principal concurso la infinita variedad que en el reino vegetal tienen las plantas y los frutos y cuantas formas existen en la obra de Dios. Esto es la síntesis del escultor y á este nombre puede llegar el que cincela y esculpe de acuerdo con todo lo que el arte en general prescribe.

517

PRESENTED
24 AUG. 1906

24 AUG. 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 26

LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS VAGABUNDAS Ó ERRANTES DE BARCELONA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN-GARCÍA

Publicada en junio de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 26

LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS
VAGABUNDAS Ó ERRANTES DE BARCELONA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN-GARCÍA

Publicada en junio de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS

VAGABUNDAS Ó ERRRANTES DE BARCELONA

Trabajo leído por el Académico numerario

D. GUILLERMO J. DE GUILLÉN-GARCÍA.

en la sesión del 27 de enero de 1906

Con el nombre de corrientes eléctricas vagabundas ó errantes, pueden comprenderse todas aquellas porciones de corrientes eléctricas producidas por el hombre con aparatos varios, que, desviándose de la red ó conductor metálico, es decir, derivándose, van á tierra y atraviesan el suelo y subsuelo. Serán pues corrientes vagabundas, las que proceden de los rieles de los tramvías eléctricos, la que sale del neutro de las redes subterráneas para iluminación y fuerza (1), y las de las estaciones telegráficas, laboratorios, etc. etc. Por esto no es de extrañar las grandes desviaciones que nos indica el galvanómetro cerca de estas líneas y redes, y los ruídos de los telégrafos Breguet y Morse, y de las máquinas estáticas y bobinas-transformadores, que se oyen á distancia en el teléfono, cuando está dispuesto para oir estos sonidos ó ruídos.

Estas corrientes olvidadas por muchos, son en parte la causa del deterioro de las cañerías y de los errores que pueden cometerse en ciertos trabajos técnicos. En los Estados Unidos se han ocupado seriamente de esta cuestión, y han comprendido los daños que pueden causar con sus efectos electrolíticos. Este desgaste tiene lugar, en ciertos sitios húmedos de las cañerías, cuando salen de ellas las corrientes vagabundas, que han absorbido en los sitios cercanos á las redes eléctricas, rails, etc.

Dice M. Emile Guarini que «se ha podido comprobar que un flujo electrolítico de un décimo de amperio, basta para absorber un kilo de plomo en tres meses, ó un kilo de hierro en un año. La proximidad de una estación central de tramvías puede llegar á ser peligrosa para los gasómetros de algibe metálico.» Es pues importante esta causa de desgaste, y de la cual debieran preocuparse las compañías de gas y de agua.

Los ejemplares que hay sobre la mesa, pertenecen á la colección de la Compañía de gas de Lebon y C.ª, viéndose en estos tubos el desgaste producido por la electrolisis que han originado los corrientes vagabundas de Barcelona.

---

(1) En la red de la Compañía Catalana de Electricidad, sé de algún sitio que debido á la oxidación se ha roto el neutro.

No me ocuparé de los trabajos que se han practicado en varios sitios sobre estas corrientes errantes, porque no es este el objeto de esta nota, y si sólo, concretarme á las de esta índole que atraviesan el suelo y subsuelo de Barcelona. La mayor parte de estas corrientes las originan, como luego demostraré, los tramvías eléctricos y el neutro de la red de electricidad para luz y fuerza.

Las corrientes vagabundas de Barcelona pueden reconocerse empleando dos procedimientos: El primero consiste en fijar ó establecer á pocos metros de los rieles de un tramvía eléctrico, una toma de tierra que puede ser un piquete militar, y á unos cuantos metros más lejos del tramvía, se introduce en el campo otro piquete, siendo la línea de unión de ambos piquetes ó tomas de tierra, más ó menos perpendicular al riel. Se unen estas dos tomas de tierra por medio de un hilo de cobre recubierto, intercalando en esta línea un galvanómetro portatil, que puede ser una brújula de mediana dimensión, con un largo arrollamiento exterior á fin de darle sensibilidad. Al momento de quedar establecida la unión de los dos piquetes, se verá moverse, pero mucho, el galvanómetro, y como que la corriente de la línea es tan variable, las oscilaciones de la aguja son grandes, y el promedio de ésta baja y sube continuamente. Hemos puesto las tomas de tierra paralelas á los rieles, y entonces no ha marcado el galvanómetro, comprobándonos una vez más, como la corriente marcada por el galvanómetro la origina el tramvía. Puede substituir el teléfono al galvanómetro.

El segundo procedimiento de investigación puede emplearse dentro de las habitaciones, poniendo en comunicación por medio de un hilo metálico, dos cañerías de diferente red, principalmente entre cañería de gas Lebon y cañería de gas Catalana, con la condición que haya buena comunicación entre el ramal de la habitación y la cañería de la calle. El galvanómetro que se intercala entre estas dos cañerías, nos dá á conocer la variabilidad de las corrientes vagabundas que examinamos, en las diferentes horas del día, y hasta en los diferentes minutos de la hora.

La intensidad de estas corrientes, varía según sea el sitio de la experimentación; y tanto es así, que mientras que en casa del Dr. Cirera, en la calle de Fontanella, encontramos una corriente máxima de 30 miliamperios, en la calle de Cortes fué menor, tres y medio, y cerca de la Sagrera de casi tres miliamperios.

En la medición de estas corrientes, siendo de muy pequeño voltage, hay que emplear miliamperímetros de muy poca resistencia, de muy pocos ohmios, pues si se emplean los destinados á medir corrientes de algunos voltios, marcan mucho menos que los otros. Esto nos dice, que cuando usemos un galvanómetro para este estudio, debe ser de muy poca resistencia y de poca sensibilidad relativa. Para mis experiencias me valí de uno de nueve ohmios.

Atravesando el subsuelo de una calle, además de las corrientes eléctricas vagabundas, las corrientes telúricas, las desviaciones del galvanómetro se refieren á la acción combinada de todas ellas y el gráfico que se construye con

estos datos, es la resultante de todas estas corrientes. Para reconocerlas y comprender su importancia, hay que valerse de procedimientos especiales.

En mi habitación de la calle de Cortes número 619 moderno, adopté varios. Con los resultados de uno de ellos, se ha formado el gráfico que acompaño, y del que se ha dibujado en la pizarra un extracto. De éste me ocuparé.

Pusimos en comunicación por medio de un hilo metálico, la cañería de gas de Lebon y C.ª, intercalando en esta línea un galvanómetro de solo nueve homios de resistencia. Se originó una corriente eléctrica de la cañería de la Catalana á la de Lebon y C.ª, comprendiéndose bien esta dirección ó marcha, cuando se sabe que la tubería de la Catalana está sin cubrir, recibiendo directamente las corrientes vagabundas ó errantes, mientras que la de Lebon y C.ª tienen un grueso forro aislante.

Con la sola inspección del galvanómetro en estas condiciones, ya se distinguen estas corrientes. Debiendo ser pequeñas las oscilaciones que originan en el galvanómetro las corrientes errantes debidas á la red de iluminación, como así mismo las de las telúricas y otras, por precisión las grandes y contínuas oscilaciones que se notan en el galvanómetro, nos indican la existencia de las vagabundas derivadas de los tramvías, en las cuales la corriente que va á los rieles es muy variable. Esto lo confirma, la uniformidad de corriente que se observa en el aparato medidor durante las horas que no funcionan los tramvías.

Las corrientes vagamundas ó errantes procedentes del neutro de la red de iluminación, se observan bien en el galvanómetro durante las horas de los días de Jueves y Viernes Santo, en que no funcionan los tramvías. Aumentan ó disminuyen los grados, cuando crece ó mengua el número de lámparas en funcionamiento.

Las corrientes errantes de los telégrafos, bobinas de Ruhmkorff y máquinas estáticas, se notan cuando se substituye el galvanómetro por el teléfono. Desde mi habitación se oye muy bien un telégrafo Morse de una estación y el ruído característico de una máquina estática, sin duda de un médico electricista. En mi anterior habitación de la calle de Cortes oíamos muy bien una máquina estática y una bobina Ruhmkorff.

Si bien con el solo examen de la aguja del galvanómetro y con el teléfono, pueden reconocerse cada una de estas corrientes que circulan por el subsuelo, el exámen del gráfico galvanométrico obtenido durante los días de Jueves y Viernes Santo, nos lo muestra perfectamente, viéndose además en él, la acción de las corrientes telúricas, que alteran algo la resultante de las corrientes vagabundas ó errantes.

El gráfico que acompaño se construyó tomando las indicaciones medias del galvanómetro, casi cada media hora, y algunas veces, con intervalos de 15 minutos, durante la noche y el día del jueves y viernes mencionados. Examinemos primero la segunda parte ó día del gráfico.

De las $12\,^1/_2$ á las 14 del viernes la línea quebrada se halla muy elevada, siendo estas horas las de máxima circulación de los tramvías. De las 14 á las 15,

va decreciendo, así como el movimiento de viajeros; aumentando los microamperios, de las 15 $^1/_2$ á las 19 $^1/_2$. Luego decrece la corriente hasta las 2 de la madrugada, hora en que cesa casi por completo el movimiento de los tramvías, formándose una línea casi recta de 2 á 4. A las 3 $^3/_4$ principia á subir la curva notándose la salida de los tramvías de las cuadras ó depósitos. Desde esta hora al medio día va subiendo la curva, es decir, á medida que aumenta el movimiento.

Se nota que en alguna hora hay cierta alteración en la línea que marca los microamperios de la corriente que pasa por el galvanómetro, que á primera vista parece extraño, pero que se comprende cuando se sabe lo difícil que es fijar el promedio de las lecturas y que algunas de estas puntas coinciden con los máximos y mínimos de las corrientes telúricas. Según los gráficos que poseo del último mes de abril adquiridas del Observatorio del Ebro, se vé que pudo haber un máximo cerca de las 23 y otro á las 10. Así mismo pudo tener lugar un mínimo de 6 á 7 y de 15 á 16. Estos máximos y mínimos tambien alteran la curva del Jueves Santo.

Estudiando la primera parte del gráfico que va del mediodía del Jueves Santo al del Viernes Santo, veremos que desde las 12 á las 14 $^1/_2$ decrece la corriente, así como el movimiento de tramvías; debido al aguacero que tuvo lugar al mediodía se retiraron más tarde los tramvías; yo los ví en la Plaza de Cataluña á las 13 $^1/_2$. A las 15 baja algo, debido sin duda al mínimum de la tarde de las corrientes telúricas: la intensidad media de la resultante de abril en Tortosa fué á las 15. La pequeña punta de las 16, no sabemos á que se debe. A las 18 ó 19 principia á subir la curva, hora que en algunos sitios oscuros de Barcelona comienza la iluminación en el mes de abril; la corriente es poco intensa, por estar cerradas las tiendas, y se sostiene más ó menos igual hasta las 23 ó 24 horas, que en las habitaciones cesa la iluminación: aunque más baja, pero más igual, sigue toda la restante de la noche, debido á la continuación del alumbrado en algunas calles y plazas por medio de los arcos eléctricos. A las 4 $^1/_2$ ó 5 horas que principia el día en abril, debieron apagarse estos arcos; el galvanómetro marca menos, viéndose en el gráfico una depresión á las 6, debido sin duda al mínimum de la mañana de las corrientes telúricas. De 7 á 11 es más ó menos horizontal, debiéndose estas pequeñas puntas en parte, al parecer, al movimiento de luces y de los muchos ascensores que hay en Barcelona y á las oscilaciones de las otras corrientes. De 11 á 12 salen los tramvías, vuelven á funcionar con actividad, y la línea del gráfico sube casi vertical.

Si superponemos el estado gráfico de las 12 del jueves á las 12 del viernes, sobre el del día siguiente, el espacio entre las dos curvas nos dice que mucha parte de la corriente pertenece á la eléctrica errante procedente de los tramvías. La que media desde la línea 500 microamperios á la línea del gráfico, desde la hora 19 del jueves á las 5 del viernes, puede admitirse con alguna aproximación como corrientes errantes de las líneas de iluminación de aquellas horas; y el

espacio desde los 500 á cero microamperios, será debido á las demás corrientes, añadiendo y quitando sus máximos y mínimos. (1)

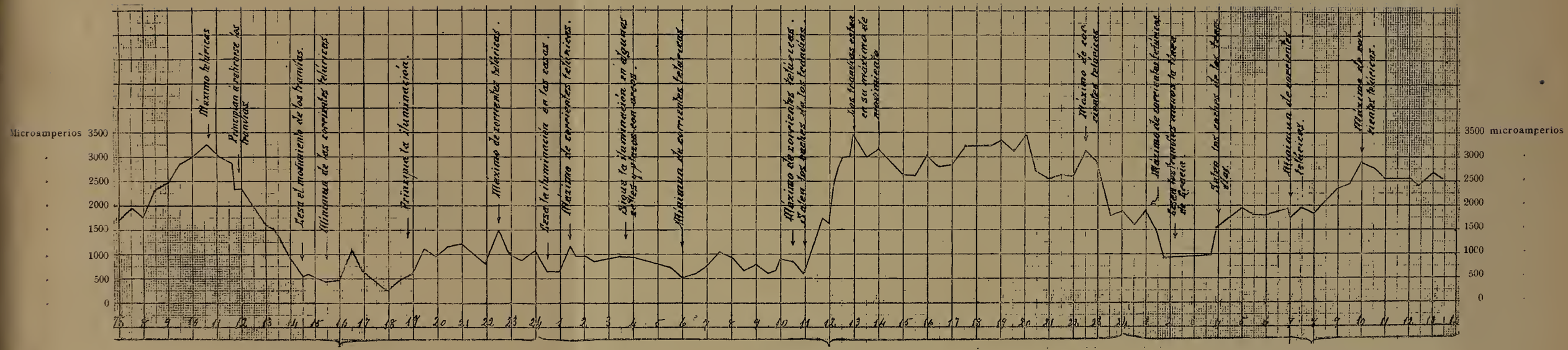
Concluyo llamando la atención de esta corporación sobre la conveniencia de proseguir estos estudios, pues creo que las corrientes vagabundas ó errantes, siendo importantísimas por su extensión y continuidad, si bien producen desgastes no pequeños en las cañerías, en cambio puede que tengan una acción importante en el subsuelo, destruyendo microrganismos perjudiciales y quien sabe si hasta influye en nuestra salud. Por lo tanto, hay que ver si conviene ó no impedir estas corrientes vagabundas.

---

(1) Todos estos datos se refieren al sitio en que se tomaron, y por lo tanto, variarán en otros puntos de Barcelona.

PRESENTED
24 AUG. 1906
BRITISH MUSEUM

CORRIENTES ELÉCTRICAS ERRANTES DE BARCELONA



24 AUG. 1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM 27

GEOMETRÍAS RACIONALES Y GEOMETRÍA REAL

DENTRO DE LA FINITUD HUMANA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JOSÉ DOMENECH Y ESTAPÁ

Publicada en julio de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. V. NÚM. 27

GEOMETRÍAS RACIONALES Y GEOMETRÍA REAL

DENTRO DE LA FINITUD HUMANA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JOSÉ DOMENECH Y ESTAPÁ

Publicada en julio de 1906

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1906

GEOMETRIAS RACIONALES Y GEOMETRIA REAL

DENTRO DE LA FINITUD HUMANA.

trabajo de turno leido por el Académico numerario

Dr. D. José Domenech y Estapá

Sesión del día 26 de febrero de 1906

Cuando Euclides, llamado por Ptolomeo, rey de Egipto, contribuyó con su poderoso génio á fundar y enaltecer la célebre Escuela de Alejandría, por allá en el año trescientos antes de nuestra Era, se impuso el encargo de publicar y reasumir en sus *Elementos,* toda la ciencia geométrica, y mejor diremos, todas las verdades matemáticas que sucesivamente se habían ido descubriendo y demostrando, primero por los egipcíos y luego por los griegos, entre cuyas principales figuras se distinguen á Thales de Mileto, Anaximandro, Anaxágoras, Pitágoras, Hipócrates de Chios, Platón y otros muchos que tanto lustre dieron á la Escuela de Atenas, que cual punto brillante se distingue en la evolución histórica de la ciencia humana.

Coordinó Euclides multitud de proposiciones, estableciendo los debidos teoremas, simplificó muchas de las demostraciones que de ciertas propiedades se habían dado, redujo notablemente el número de verdades primordiales admitidas hasta entonces como axiomas y encontró métodos elegantisimos para sustituir á ciertos razonamientos complicados empleados por sus antecesores, viniendo á constituir con su obra un verdadero sillar, sobre el cual debía descansar y descansa aun hoy el grandioso edificio que constituye toda la ciencia geométrica. Y la mejor prueba de lo que afirmo es, que durante más de veinte siglos ha sido el fundamento de todos los trabajos que la inteligencia humana ha realizado dentro de la ciencia matemática desde Arquímides á Descartes, desde Apolónius y Pappus hasta Newton, Leibnitz, Lagrange, Chasles y Staud.

Con la invención del álgebra y la aplicación que de sus principios hizo Descartes creose uno de los procedimientos que mayor vuelo proporcionaron á la ciencia geométrica, pues se generalizaron notablemente las teorías á la geometría relativas y se logró el descubrimiento de nuevos horizontes que dilataron notablemente su campo. Pero como quiera que el análisis no puede sino discutir lo que la geometría le ofrece, y sus elucubraciones cuando no descansan en la realidad resultan estériles en sus consecuencias, vino en el siglo XVIII la reacción en pró del estudio de la geometría pura y con el auxilio del genio de Desargues y luego en el siglo XIX gracias á Poncelet, Chasles, Staud y otros ilustres mate-

máticos, se emancipó la geometría de la que había sido un verdadero propulsor de su progreso, del álgebra, y partiendo de la sola correspondencia unívoca de las formas y de la aplicación de los principios de homografía y correlación de las figuras, se ha logrado en pocos años un desarrollo sorprendente de la geometría propiamente dicha, llamada *proyectiva* ó *de la posición*, por medio de la cual se llega con facilidad asombrosa á las más elevadas conclusiones, y de la combinación de las distintas formas se adivina un inmenso campo por explorar aún y á que no había podido llegarse con el análisis, apesar de la generalidad que introduce este en las verdades matemáticas. Gracias á un ilustre compatriota nuestro, el Doctor Torroja, España figura muy honrosamente en este vertiginoso adelanto de la ciencia geométrica.

Pero, al emprender la geometría tan rápido y triunfante vuelo, quisieron los geómetras asegurarse cada vez más de la bondad y fijeza del sillar que les servia de base para levantar sobre el mismo tan gallardo edificio, y precisamente tres ilustres matemáticos, Gauss, Bolyai y Lobatschewsky, todos á principio del siglo XIX y sin saberlo uno de otro, dedicaron sendas vigilias á depurar los principios en que Euclides había fundado su geometría y si bien nada pudieron objetar respecto de la generalidad, hubo uno, acerca del cual fué permitida la duda, y que apesar de que el célebre geómetra griego lo incluía entre sus axiomas, creyeron que sin demostración prévia no podía aceptarse, y desde aquel momento dirigieron sus esfuerzos á indagar el resultado que daría su negación ó la aceptación de algún principio distinto que á su vez contradijera algún otro de los axiomas que le servían de base

El axioma XI del libro de Euclides que desde que empezó á germinar la duda acerca de su veracidad, ha venido llamándose *Postulado*, fija la necesidad de que se encuentren las prolongaciones de dos rectas, cuando al ser cortadas por una tercera se produzcan dos ángulos interiores y á un mismo lado de la secante, cuya suma sea menor que dos rectos. Gauss fué el primero que empezó á dudar de la necesidad de aceptar el principio contenido en la proposición que acabo de citar, si bien expresó su duda en otra forma. La veracidad del postulado de Euclides autoriza para fijar en dos rectos la suma de los ángulos de un triángulo rectilíneo, y precisamente en este punto estaba la duda de Gauss. En una de sus cartas á Bolyai manifiesta que si se pudiera demostrar la existencia posible de un triángulo rectilíneo cuya área fuese más grande que toda superficie dada quedaría demostrado con todo rigor el postulado de Euclides, pero que no siendo aquello posible no podía admitir como axioma tal concepto, sino que concebía posible la existencia de un triángulo que por distantes que estuvieran sus vértices su área fuese siempre inferior á un límite dado.

Juan Bolyai confirma el presentimiento de Gauss y dá una demostración analítica de la posibilidad de la existencia de tales triángulos. Lobatschewsky en 1826 abordó ya la duda con más franqueza y sienta el principio que: *desde un punto exterior á una recta y en el mismo plano, pueden trazarse infinitas rec-*

tas que no encuentren á la primera, y de entre ellas distingue las dos que separan el haz de secantes de las no secantes y á dichas dos rectas les llama *paralelas* á la recta dada. Del desarrollo de la geometría fundada en esta hipótesis, nace el principio equivalente de que la suma de los ángulos de un triángulo rectilíneo es menor que dos rectos y constitúyese un cuerpo de doctrina de consecuencias no contradictorias entre sí, pero en abierta oposición á las que deducía Euclides. Y mientras aquella duda germinaba en los cerebros de los más ilustres matemáticos haciéndose esfuerzos por unos, como Lejendre, para demostrar el célebre postulado, y por otros para demostrar la posibilidad de la geometría llamada imaginaria por el mismo Lobatschewsky, aparece Riemann en 1867 con su concepción esférica del espacio y poniendo en duda para ciertos casos, que entre dos puntos puede sólo trazarse una recta, deduce la necesidad de aceptar, que desde un punto exterior no puede trazarse ninguna paralela á una recta dada, y como consecuencia encuentra que la suma de los ángulos de un triángulo rectilíneo debe ser mayor que dos rectos. Desde la última fecha antes citada, no han cesado de ocuparse en tan subjetivo tema muchos matemáticos y hasta filósofos, para decidir acerca del carácter especial que debía asignarse á cada una de las geo metrías mencionadas y á si existe ó no la posibilidad de aceptar otras distintas, acabando Poincarré por afirmar, llevado por un entusiasmo excesivo por los resultados obtenidos por medio del análisis, «*que no hay geometrías más ó menos verdaderas, sino qué sólo las hay más ó menos cómodas.*»

Es verdaderamente curioso el debate iniciado con tal objeto y constituyen los trabajos en el curso del mismo desarrollados una série de elucubraciones de suma conveniencia para la educación del espíritu matemático y que han dado lugar á multitud de incidencias de grande interés y también han arrojado abundante luz sobre determinados capítulos de la ciencia que sin esta propicia ocasión no se habrían conocido.

A dar una suscinta reseña de estos trabajos, exponiendo luego mi humilde parecer respecto á tan debatido asunto, es á lo que voy á limitarme; pues lo creo punto de importancia capitalísima para el geómetra y sobre todo para el pedagogo que tiene por misión difundir entre los demás las hermosas y sublimes verdades de la ciencia.

I

Con las solas nociones de la homogeneidad del espacio infinito, de la posible invariabilidad de una forma que tome distintas posiciones en el espacio y de las definiciones de recta, plano y ángulo tal y como las dió Euclides y se han aclarado luego por Duhamel, puede el raciocinio humano demostrar las veinte y ocho primeras proposiciones del primer libro de Euclides, que se refieren á la teoría de ángulos adyacentes y opuestos, construcción de triángulos equiláteros, propiedades del isósceles, determinacción de la perpendicular á una recta dada y otros

problemas de menor importancia, y fundado en ellas el matemático deduce multitud de teoremas y verdades relativas á ciertas formas geométricas, constituyendo un cuerpo de doctrina, que algunos, equivocadamente en mi concepto por su excesiva restricción, llaman *Geometría racional*, pues tal calificativo puede aplicarse á cualquier rama de la ciencia que se funde en hipótesis no contradictorias y en su desarollo se atenga siempre á las leyes de la lógica. Creo que con más propiedad podría designarse con el nombre de *Geometría general*, por ser común á todas las demás geometrías que luego pueden irse derivando de la aceptación ó negación de ciertas propiedades de las cuales no necesita aquella para su desarrollo.

En cuanto se quiere entrar en la parte métrica, necesitamos de varios principios que aunque parecen ser de evidencia inmediata por la inveterada costumbre de admitirlos, no pueden tomarse como á tales, reservándoles el nombre de postulados, porque á pesar de las tentativas hechas no han podido demostrarse con los solos principios antes indicados y que daban lugar á la *Geometría general*.

Los postulados que necesita admitir Euclides, algunos de ellos considerados por dicho sábio como axiomas, para sentar toda su geometría son seis:

1.° Una recta queda determinada por dos puntos.

2.° Toda recta puede prolongarse indefinidamente.

3.° Siempre es posible describir un círculo desde un punto como centro y con una distancia dada como radio.

4.° Todos los ángulos rectos son iguales.

5.° Dos rectas que al cortar á una tercera lo hacen según dos ángulos interiores y de un mismo lado de la secante cuya suma sea menor que dos rectos, prolongadas indefinidamente deben encontrarse en un punto del lado en que tenga lugar aquel valor de la suma.

y 6.° Dos rectas no pueden limitar espacio alguno finito; ó en otros términos: dos rectas que tengan dos puntos comunes coinciden en toda su extensión.

El primero se deduce inmediatamente de la definición de recta. El segundo no puede demostrarse si ponemos en entredicho la infinidad del espacio. El tercero es admitido sin discusión siempre que las distancias que se tomen desde el centro sean del mismo género, aunque sin prejuzgar este último. El cuarto lo admitió Euclides como evidente y era necesario para evitar la clasificación de las rectas en dos distintas clases como en otro caso hubiera debido hacerse. El quinto es el origen de todas las discusiones habidas, por ser de trascendencía suma en sus resultados y es el que pone en entredicho Lobatschewsky. Se dice en muchos tratados que es el axioma XI de Euclides, pero posteriormente se ha podido comprobar que es el axioma V contenido en el capítulo relativo á las paralelas en los *Elementos* de aquel antiguo geómetra.

El sexto ha sido también objeto de discusión, pues no puede deducirse de ninguna de las propiedades que se consideran de evidencia inmediata y es el que niega Riemann, inutilizando de paso el anterior.

Pues bien, si amén de los cuatro primeros postulados se aceptan también los postulados 5.° y 6.° obtenemos la geometría euclidiana, que nosotros designaremos con los epítetos de *real* y *humana* por ser la única que puede el hombre traducir en figuras. En ella la recta resulta prolongable indefinidamente; desde un punto exterior solo se puede trazar una paralela á una recta dada y en consecuencia sólo cabe considerar en ella un solo punto al infinito, siempre recordando la justa interpretacion que á tal punto debe darse. La suma de los ángulos de un triángulo es igual á dos rectos.

Si negamos el postulado 5.° aceptando el 6.° resulta la geometría llamada de Lobatschewsky, imaginada al propio tiempo por Gauss y Bolyai pero sin que estos matemáticos hubieran formado de ella un verdadero cuerpo de doctrina. En ella la recta también es prolongable al infinito. Se admite que desde un punto de un plano pueden trazarse infinitas rectas que no corten á otra dada y en este supuesto debe existir á uno y otro lado de la perpendicular trazada á esta recta, desde aquel punto, dos rectas límites que separan las rectas que cortan de las que no cortan á la primera. Cambia entonces la definición de paralelas y en lugar de considerar como tales á las que por más que se prolonguen no pueden encontrar á otra recta dada, se reserva para aquellas el nombre de no secantes y se llaman paralelas á las rectas límites que antes hemos citado. De modo que Lobatschewsky clasifica las rectas que pueden trazarse desde un punto exterior á una recta dada en tres géneros distintos: *No secantes,* en número infinito; *secantes* en número infinito también y dos rectas límites que llama *paralelas* y que son verdaderas asíntotas de la recta dada. En consecuencia, las posiciones relativas que dos rectas pueden guardar en un plano son en esta geometría tres: rectas que se cortan en un punto, rectas asintóticas, y rectas no secantes pero con una perpendicular común á partir de la cual divergen indefinidamente. La geometría fundada en estos principios considera en la recta dos puntos al infinito y la suma de los ángulos de un triángulo resulta ser menor que dos rectos.

Si, conforme á Riemann, se niega el postulado sexto admitiendo excepciones para el primero que fija que por dos puntos solo puede pasar una recta, aceptando que dos rectas pueden limitar siempre un espacio finito, que equivale á decir que se cortan siempre en dos puntos, queda de hecho anulado el postulado 5.° pues las dos rectas, una perpendicular y otra oblicua á una tercera tendrán siempre un punto común prolongadas en un mismo sentido, y no cabe por tanto el trazado de paralela alguna á una recta dada. En esta geometría la recta no es prolongable indefinidamente, sino que tiene un límite finito, dos rectas en un plano solo pueden ser secantes, no tiene la recta ningun punto al infinito y la suma de los ángulos de un triángulo rectilíneo resulta ser mayor que dos rectos.

A la geometría de Lobatschewsky se la ha llamado *abstracta*, reservando el de *doblemente abstracta* para la de Riemann. Estos nombres que por si solos ya indican que sus inventores no han tenido la pretensión de obtener geometrías propiamente tales, sino solo ficciones analíticas de nuestro espíritu, no los en-

cuentro apropiados, pues á igual altura de abstracción se hallan las dos geometrías y creo sería más justo, que partiendo del número de paralelas que se admite que pueden trazarse desde un punto exterior á una recta dada, se las designara respectivamente por los nombres de *monoparalela*, *biparalela* y *aparalela*, ó bien que también siendo uno, dos ó ninguno el número de puntos al infinito que para una recta se admiten, se llamen respectivamente geometría *parabólica* á la euclidiana, *hiperbólica* á la de Gauss y elíptica á la de *Riemann*, nombres sumamente apropiados y muy conformes también con las líneas trigonométricas que aparecen en sus fórmulas, y adoptados ya por insignes matemáticos.

Hay otros postulados ó proposiciones equivalentes al postulado de Euclides y que pueden sustituirlo en las respectivas geometrías, tales como el de Saccheri que hace depender el desarrollo ulterior de la ciencia geométrica de que sean rectos, agudos ú obtusos los dos ángulos que restan de un cuadrilátero birectángulo y con lados iguales adyacentes á los angulos rectos, ó el de Lambert que solo establece la necesidad de que sea recto, agudo ú obtuso el cuarto ángulo de un cuadrilátero trirectángulo.

Estas proposiciones nos dan iguales resultados que la admisión respectiva del Postulado de Euclides, del de Lobatschewsky ó del de Riemann, respecto á que se encuentren, no se encuentren siempre, ó se encuentren en dos puntos, dos rectas una perpendicular y otra oblicua á una tercera recta dada.

También puede tomarse como proposición inicial el que la suma de los ángulos de un triángulo rectilíneo sea igual, menor ó mayor que dos rectos y según sea ella se deducen los respectivos postulados que acabamos de indicar; pero entre todas estas proposiciones, considero que la más inteligible y que más rápidamente nos ofrece el carácter distintivo de cada sistema geométrico, es la que fija la posición relativa de dos rectas perpendiculares á una tercera, pues basta sentar el principio que según que aquellas dos perpendiculares resulten equidistantes, divergentes ó convergentes, nos hallamos precisamente en cada una de las tres geometrias antes mencionadas.

Y en efecto; entendiendo por distancia entre dos rectas la perpendicular bajada de un punto de una de ellas á la otra, ó la recta que une dos puntos que situados en cada una de aquellas dos rectas disten igualmente de sus piés respecto de una perpendicular común, encontramos enseguida que si aquella distancia ha de aumentar, el cuarto ángulo del cuadrilátero trirectángulo que se forma con las dos perpendiculares, el trozo de recta á que lo son ambas y la distancia tal como primeramente la hemos definido, debe ser agudo, que es exactamente el postulado de Lambert, y si tomáramos la distancia entre las dos rectas siguiendo la segunda acepción nos encontraríamos con el postulado de Saccheri, relativo al cuadrilátero birectángulo isósceles y con dos ángulos agudos. En caso de converger las dos rectas, la distancia entre ellas debe disminuir y como resultado encontramos la necesidad de los ángulos obtusos para los postulados de Lambert

y Saccherí. Si han de permanecer equidistantes, encontramos la necesidad de admitir para estos postulados el ángulo recto y por tanto tambien la de aceptar el postulado de Euclides.

Al pretender Legendre demostrar que la suma de los ángulos de un triángulo rectilíneo era igual á dos rectos, creyó por este procedimiento demostrar indirectamente el postulado de Euclides, pero no resulta satisfactoria aquella demostración. En cambio lo es la que afirma que si en un triángulo la suma de los angulos es igual, menor ó mayor que dos rectos, sucederá lo mismo en todos los demás triángulos y ella nos sirve como lema á la que dió Gauss de que la suma de los ángulos de un triángulo al ser mayor ó menor que π, difiere tanto más de est valor cuanto mayores sean los lados del triángulo. Detengámonos un momento en las consecuencias que se deducen de tal teorema. Si á medida que crecen los lados de un triángulo rectilíneo en la geometría de Lobatschewsky va disminuyendo la suma de sus ángulos, desde su límite superior que es π, cuando el triángulo es infinitamente pequeño, ¿Cuál debe ser el valor que tendrá dicha suma, cuando los lados del triángulo sean infinitamente grandes? Pues el valor cero que en este caso encontramos para dicha suma de cantidades todas del mismo signo nos indica que cada una de ellas debe ser cero y por tanto que han de ser sus lados tangentes en los vértices. Si aquellas fueran verdaderas rectas euclídeas debe desaparecer el triángulo y tener la forma de tres rectas indefinidas que parten de un mismo punto, pero entonces desaparece el área del triángulo y como el deficit angular es proporcional á dicha área, si esta desaparece cuando dicho deficit angular es el máximo, resulta una flagrante contradicción. Hay que suponer forzosamente curvos los tales lados del triángulo, con un punto de retroceso de 1.ª especie en cada vértice, pero ya desaparece entonces la idea de rectas tal y como las podemos nosotros concebir, que es de conformidad á la definición de Euclides no rechazada por los partidarios de las geometrías abstractas. Además, si bien se observa, desaparece la idea de semejanza de figuras en la geometría hiperbólica ó de Lobatschewsky pues dos triángulos con lados mayores uno que otro no podrán ser semejantes ó tener análoga forma ya que los ángulos ó elementos determinativos de aquella tendrán que ser menores en el triángulo mayor.

Igual observación cabe hacer respecto á la geometría elíptica ó de Riemann, pues la suma de los ángulos de un triángulo varia desde dos rectos cuando es infinitamente pequeño hasta seis rectos cuando los lados se ponen á continuación uno de otro, cosa solo posible en esta geometría. Otra observación cabe hacer aquí para ir preparando vuestro ánimo respecto al carácter de las geometrías que estamos examinando: siendo verdadera, como lo es, la demostración dada por Lejendre de que la suma de los ángulos de un triángulo no puede exceder de dos rectos, creían tener un valioso argumento los partidarios de la geometría de Lobatschewsky para afirmar que el mismo motivo había para aceptar con Euclides que dicha suma valia π como aceptar la hipótesis de que fuera

menor que π, aún dentro de la concepción de la recta y del plano euclideano, pero vino luego Riemann que con igual derecho sentó su hipótesis del aparalelismo y por tanto que aquella suma debe ser mayor que π y quedó una vez más demostrado que no podía referirse tal geometria á las rectas tal como las concibe el cerebro humano y que por tanto con igual derecho podía negarse la conclusión de Gauss.

La ausencia de figuras semejantes en las dos geometrías imaginarias ó abstractas tiene una importancia grandísima para nuestra tésis pues no se concibe en ellas la representación gráfica de objeto alguno á mayor ó menor escala que el natural, ni sería posible el arte del dibujo, ni nuestra mente podría imaginar un objeto determinado desde el momento que este se supusiera cambiado en sus dimensiones absolutas.

II.

Para la deducción sucesiva de todas las propiedades métricas en cada una de las tres geometrías, se necesita hacer constante uso de las líneas llamadas equidistantes de otro dada, y que no son más, como ya indica su nombre, que lugares geométricos de puntos cuyas distancias ortogonales á una línea dada son iguales. Lobatschewsky llama *hiperciclos* á tales líneas cuando son equidistantes de una recta dada y asi las califica porque toda recta que las encuentra en dos puntos forma en estos iguales ángulos con la línea expresada, y además las tangentes trazadas á la misma desde un punto exterior son de igual longitud, propiedades análogas á las de la circunferencia euclidiana. En la geometría de Riemann tal equidistante resulta ser una línea limitada como la recta, pero de menor longitud que esta y que va decreciendo á medida que la distancia aumenta hasta reducirse á cero cuando aquella distancia llega á ser la mitad de la máxima longitud que permite tener á la recta el parámetro respectivo que se adopte.

Lobatschewsky considera luego una linea límite de una circunferencia, cuando el centro es á distancia indefinidamente grande y por tanto los rádios paralelos (entendiéndose este paralelismo en el sentido de la geometría hiperbólica) y encuentra entonces una curva también de propiedades análogas á la circunferencia euclidiana y á la que llama *horiciclo*. En la geometría elíptica no entra la consideración de tal línea porque no existe en ella recta alguna de indefinida longitud.

Si bien se examina, se explica perfectamente la necesidad que tiene Lobatschewsky de admitir tres clases de circunferencias: la propiamente tal ó sea lugar de puntos que distan igualmente de otro dado, y que determinan siempre tres puntos de un plano cuando las mediatrices de los lados del triángulo que forman se cortan en un punto; el *hiperciclo* que antes hemos ya descrito y que determinan tres puntos de un plano cuando dos de las mediatrices son divergentes, teniendo estas una perpendicular común de la cual resulta ser el hiperciclo una

línea equidistante y el *horiciclo* que determinan tres puntos de un plano cuando las mediatrices son paralelas y á la que llama curva límite. En la geometría euclideana, podemos considerar la circunferencia propiamente tal y la recta como límite de esta última cuando el radio es infinitamente grande. En la geometría de Riemann no existen pluralidad de especies circulares, pues sólo cabe considerar la circunferencia propiamente dicha, ya que resulta ser tal la equidistante de una recta ó sea el hiperciclo riemanniano.

Y del mismo modo que Euclides haciendo girar á la circunferencia al rededor de uno cualquiera de sus diámetros engendra la esfera euclideana, Lobatschewsky supone que gira el hiperciclo al rededor de su eje ó recta de la cual es equidistante y engendra la *hiperesfera*, asi como girando el horiciclo al rededor de uno cualquiera de sus ejes, que son sus normales paralelas, engendra la que llama *horiesfera*.

Valiéndose de la fórmula que encuentra para el ángulo de paralelismo en función de la distancia del punto en que se traza la paralela á la recta que le sirve de base, encuentra luego Lobatschewsky las fórmulas trigonometricas que resuelven sus triángulos rectilíneos, haciendo entrar en ellas en lugar de las magnitudes de sus lados, el valor de los ángulos de paralelismo correspondientes á cada uno de ellos y como en la función antes citada, que sirve de base para esta sustitución, hay un parámetro siempre mayor que cero, que no puede fijar sino la experiencia, resulta la posibilidad de tantas especies de geometrías, dentro la geometría hiperbólica, cuantos valores adoptemos para dicho parámetro. Cuando aplica Lobatschewsky dicha trigonometría á los triángulos formados por horiciclos situados en una misma horiesfera se convierte en la trigonometría usual ú euclideana y obtiene para la suma de los ángulos de un triángulo el valor de dos rectos. Cuando aquel parámetro se hace infinito, la geometría hiperbólica se convierte también en la geometría usual.

Es verdaderamente interesante el trabajo desarrollado por el sábio alemán en su tratado de Pangeometría y que llama asi por suponer que comprendiendo su geometría como caso particular á la de Euclides, merece un calificativo más general que esta última.

Sin embargo, en dicha obra, no reconoce más que la existencia de dos geometrías, pues no había previsto la hipótesis que sentó luego Riemann de que podía también suponerse, y con igual derecho afirmarse, que desde un punto exterior á una recta no puede trazarse ninguna paralela á una recta dada.

En la geometría de Riemann la distancia entre dos puntos tiene un límite máximo que depende también del parámetro que se adopte al sustituir la longitud de sus segmentos ó lados finitos por un valor angular determinado. Para cada valor de este parámetro es siempre constante la distancia que separa los dos puntos de intersección de dos rectas cualesquiera, á cuyos puntos se les llama opuestos. Todos los puntos de una recta distan á su vez igualmente de otros dos puntos situados en el mismo plano que aquella y que se llaman polos.

Ya se comprende que siendo por completo distintos los principios en que se funda esta geometría, no pueden encontrarse las fórmulas de la trigonometría plana por idénticos procedimientos que en la de Lobatschewsky pues no tenemos ángulo de paralelismo ni siquiera paralelas. Riemann las deduce de un modo semejante al que se sigue para hallar las de la trigonometría esférica, con las cuales tiene identidad de forma.

Otros deducen las tres trigonometrías parabólica, hiperbólica, y elíptica por procedimientos puramente analíticos y partiendo de las fórmulas de la trigonometría esférica euclideana, pero yo prefiero á todos, por su clarividencia y porque se funda en las propiedades que hemos encontrado para las dos perpendiculares á una tercera recta, el procedimiento de Tilly, pues parte de un mismo principio para todas las geometrías cual es el del movimiento de un triángulo rectilíneo $A\ B\ C$ rectángulo en A al rededor de uno de sus vértices C. La circunferencia descrita por el extremo del cateto b es igual al producto de la circunferencia descrita por el extremo de la hipotenusa a multiplicada por el seno del ángulo B, obteniendo

$$(1) \quad \text{circ. } b. = \text{circ. } a. \text{ sen. } B.$$

Del deslizamiento del mismo triángulo á lo largo del cateto b deduce que la relación entre la longitud de la equidistante que describe el vértice B situado á la distancia c del cateto b y la longitud descrita por el vértice C es igual á $\frac{\cos B}{\text{sen } B}$, de modo que se tiene: equid. $c = \frac{\cos C}{\text{sen } B}$, designando por equid. c á la relación entre dichas dos longitudes. (*)

Busca luego una función que liga una circunferencia con una equidistante de distancia igual al radio de aquella y encuentra ser constante la relación

$$\frac{\text{circ.}^2 x}{1 - \text{equid.}^2 x}$$

á cuya constante llamándole M, obtiene

$$\frac{\text{circ.}^2 x}{1 - \text{equid.}^2 x} = M$$

de donde deduce: $$\text{equid. } x = \sqrt{1 - \frac{\text{circ.}^2 x}{M}}$$

(*) Por el símbolo equid. x se entenderá siempre el cociente de dividir una longitud determinada de una porción de equidistante á una distancia x de una línea dada, por la longitud correspondiente de ésta. Es independiente de la mayor ó menor longitud que de la misma se considere.

ó bien $$\text{circ. } x = \sqrt{M(1 - \text{equid.}^2 x)}$$

cuyo valor sustituído en la igualdad (1), transforma á ésta en

$$\text{equid. } a = \text{equid. } b \times \text{equid. } c$$

Esta igualdad independiente del parámetro M no prejuzga para nada la naturaleza de la equidistante y por tanto es aplicable á cualquier sistema de geometría.

Ahora bien, si las rectas perpendiculares á una tercera van divergiendo, la longitud de la equidistante ó hiperciclo será mayor que la recta de quien es tal equidistante, de donde resulta que el símbolo *equid x* tiene que ser mayor que la unidad y por tanto M debe ser negativo.

Si las perpendiculares á una recta se van acercando, la equidistante será menor que la recta, lo que trae en consecuencia que el algoritmo *equid x* debe ser menor que la unidad y por tanto M debe ser positivo.

Por último, si las dos perpendiculares á una tercera recta son equidistantes en toda su longitud, el número representativo de *equid. x* debe ser igual á la unidad y para ello es preciso que M sea igual á infinito.

Si en el primer caso pues, para asegurar el carácter negativo de M le designamos por $-4P^2$, tenemos: $\text{equid. } x = \sqrt{1 + \frac{\text{circ.}^2 x}{4P^2}}$ que combinada con

$\text{circ. } x = 2\pi x \frac{\sqrt{\text{equid.}^2 x - 1}}{\text{l. (equid. } x + \sqrt{\text{equid.}^2 x - 1})}$ se deduce, $\text{equid. } x = \frac{1}{2}\left(e^{\frac{\pi x}{P}} + e^{-\frac{\pi x}{P}}\right)$

y $\text{circ. } x = P\left(e^{\frac{\pi x}{P}} - e^{-\frac{\pi x}{P}}\right)$. Sustituyendo estos valores en las tres fórmulas encontradas para los triángulos rectángulos que son

$$\text{circ. } b = \text{circ. } a \times \text{sen } B.$$

$$\text{equid. } b = \frac{\cos B}{\text{sen } C}$$

$$\text{equid. } a = \text{equid. } b \times \text{equid. } c$$

Se obtienen en notación hiperbólica las igualdades siguientes:

$$\operatorname{sh}\frac{\pi b}{P} = \operatorname{sh}\frac{\pi a}{P}\operatorname{sen} B$$

$$\operatorname{ch}\frac{\pi b}{P} = \frac{\cos B}{\operatorname{sen} C}$$

$$\operatorname{ch}\frac{\pi a}{P} = \text{cot. } B. \text{ cot. } C = \operatorname{ch}\frac{\pi b}{P}\operatorname{ch}\frac{\pi c}{P}$$

que son las fórmulas de resolución de los triángulos rectilíneos y rectángulos en geometría hiperbólica, las cuales sustituyendo P por πR, aparecen en la forma

$$\operatorname{sh}\frac{b}{R} = \operatorname{sh}\frac{a}{R}\operatorname{sen} B.$$

$$\operatorname{ch}\frac{b}{R} = \frac{\cos B}{\operatorname{sen} C}$$

$$\operatorname{ch}\frac{a}{R} = \text{cot. } B \text{ cot } C = \operatorname{ch}\frac{b}{R}\operatorname{ch}\frac{c}{R}$$

En el segundo caso tendremos que hacer $M = 4P^2$ para asegurarnos del carácter positivo de M y con análogas operaciones algebraicas encontramos

$$\operatorname{sen}\frac{\pi b}{P} = \operatorname{sen}\frac{\pi a}{P}\operatorname{sen} B.$$

$$\cos\frac{\pi b}{P} = \frac{\cos B}{\operatorname{sen} C}$$

$$\cos\frac{\pi a}{P} = \text{cot. } B. \text{ cot. } C = \cos\frac{\pi b}{P}\cos\frac{\pi c}{P}$$

que son las fórmulas de resolución de los triángulos rectilíneos y rectángulos de la geometría elíptica, las cuales se transforman poniendo $P = \pi R$ en las siguientes

$$\operatorname{sen}\frac{b}{R} = \operatorname{sen}\frac{a}{R}\operatorname{sen} B$$

$$\cos\frac{b}{R} = \frac{\cos B}{\operatorname{sen} C}$$

$$\cos\frac{a}{R} = \text{cot. } B \text{ cot. } C = \cos\frac{b}{R}\cos\frac{c}{R}$$

Si nos fijamos en estas últimas igualdades, relativas á los triángulos rectángulos (y al decir rectángulos claro es que se aplica todo lo dicho á las fórmulas relativas á los triángulos oblicuángulos que son consecuencia fácil de las primeras) vemos que son las mismas que encontramos en la geometría esférica euclideana, relativas á una esfera cuyo radio valga R ó $\frac{P}{\pi}$, y si las comparamos con las de la trigonometría hiperbólica ó de Gauss, vemos que pueden deducirse éstas de aquéllas con sólo considerar imaginario el radio de la esfera en que se suponen trazadas las figuras, pues, si cambiamos en las últimas, R por $R\sqrt{-1}$, obtenemos

$$\operatorname{sen}\frac{b}{R\sqrt{-1}} = \operatorname{sen}\frac{a}{R\sqrt{-1}}\operatorname{sen} B$$

$$\cos\frac{b}{R\sqrt{-1}} = \frac{\cos B}{\operatorname{sen} C}$$

y $$\cos\frac{a}{R\sqrt{-1}} = \cot B \cot C = \cos\frac{b}{R\sqrt{-1}} \times \cos\frac{c}{R\sqrt{-1}}$$

que como sabemos equivalen á

$$\begin{cases} \sqrt{-1}\operatorname{sh}\dfrac{b}{R} = \sqrt{-1}\operatorname{sh}\dfrac{a}{R}\operatorname{sen} B \\ \operatorname{ch}\dfrac{b}{R} = \dfrac{\cos B}{\operatorname{sen} C} \\ \operatorname{ch}\dfrac{a}{R} = \cot B \cot C = \operatorname{ch}\dfrac{b}{R} \cdot \operatorname{ch}\dfrac{c}{R} \end{cases}$$

en que suprimiendo el factor común $\sqrt{-1}$ de la primera aparecen exactamente las formulas de la trigonometría hiperbólica.

Tanto unas como otras se reducen á las de la Trigonometría plana de Euclides cuando los lados del triángulo son indefinidamente pequeños ó el parámetro P y por tanto el radio R es indefinidamente grande.

En efecto: sabemos que

$$\operatorname{sh}\frac{a}{R} = \frac{a}{R} + \frac{1}{3!}\frac{a^3}{R^3} + \cdots\cdots$$

$$\operatorname{ch}\frac{a}{R} = 1 + \frac{1}{2!}\frac{a^2}{R^2} + \cdots\cdots$$

$$\operatorname{sen}\frac{a}{R} = \frac{a}{R} - \frac{1}{3!}\frac{a^3}{R^3} + \cdots\cdots$$

$$\cos\frac{a}{R} = 1 - \frac{1}{2!}\frac{a^2}{R^2} + \cdots\cdots$$

en cuyas igualdades vemos que en cuanto a se hace indefinidamente pequeño ó R indefinidamente grande, se obtiene

$$\text{sh } a = \text{sen } a = \frac{a}{R}$$

$$\text{ch } a = \cos a = 1$$

y por tanto las fórmulas de resolución se convierten en

$$b = a \text{ sen } B$$

y $1 = \dfrac{\cos B}{\text{sen } C}$, ó bien sen $C = \cos B$, que equivale á $B+C = 90°$

Es natural que al hacerse R indefinidamente grande lo sea también $P = \pi R$ y también $M = 4P^2$, y por este motivo se dice que cuando el quebrado $\dfrac{\text{circ}^2 x}{1 - \text{equid}^2 x}$ es infinito, que equivale á decir que $1 - \text{equid}^2 x = 0$, resulta $equid\ x = 1$ y por tanto que la línea equidistante es igual á la recta de que equidista, que es precisamente lo que pasa en la Geometría euclideana.

Siempre que llegamos á la verdadera noción de plano tal como nosotros lo podemos concebir, que es cuando el triángulo de las geometrías hiperbólica y elíptica es indefinidamente pequeño, ó el parámetro de las mismas es indefinidamente grande, en cuyo caso los lados resultan ya rectilíneos en el sentido euclídeo de la palabra, nos encontramos siempre con la trigonometría vulgar que es la fundada en el célebre postulado puesto en entredicho.

Para los triángulos oblicuángulos, las fórmulas de la trigonometría elíptica serían:

$$\cos\frac{a}{R} = \cos\frac{b}{R}\cos\frac{c}{R} + \text{sen } \frac{b}{R}\,\text{sen}\,\frac{c}{R}\,\cos A$$

$$\frac{\text{sen}\,\dfrac{a}{R}}{\text{sen } A} = \frac{\text{sen}\,\dfrac{b}{R}}{\text{sen } B} = \frac{\text{sen}\,\dfrac{a}{R}}{\text{sen } C}$$

$$\cot\frac{a}{R}\,\text{sen}\,\frac{b}{R} = \cos\frac{b}{R}\cos C + \text{sen } C \cot A$$

y para la trigonometría hiperbólica, cambiando *seno* por $\dfrac{sh}{\sqrt{-1}}$ y *coseno* por *ch* tendremos

$$\operatorname{ch}\frac{a}{R} = \operatorname{ch}\frac{b}{R}\operatorname{ch}\frac{c}{R} - \operatorname{sh}\frac{b}{R}\operatorname{sh}\frac{c}{R}\cos A$$

$$\frac{\operatorname{sh}\frac{a}{R}}{\operatorname{sen} A} = \frac{\operatorname{sh}\frac{b}{R}}{\operatorname{sen} B} = \frac{\operatorname{sh}\frac{c}{R}}{\operatorname{sen} C}$$

y $$\operatorname{cth}\frac{a}{R}\ \operatorname{sh}\frac{b}{R} = \operatorname{cth}\frac{b}{R}\cos C + \operatorname{sen} C \cot A.$$

Observando que podríamos encontrar las fórmulas indicadas hasta aquí suponiendo que operamos no en un plano, sino en una superficie de dos dimensiones que tenga la propiedad de ser aplicable sobre si misma como lo es aquel y en que pudiera hacerse uso en las demostraciones del principio de la superposición de figuras iguales, como lo hacemos para el plano, tomando como á sinónimas de las rectas las líneas geodésicas de las respectivas superficies, hizo pensar á Beltrami que asi como en las superficies esféricas existen entre los arcos de circunferencia máxima análogas relaciones que entre las rectas de la geometría elíptica, también pudiera haber superficies en que las líneas geodésicas satisfacieran á las leyes de la geometría hiperbólica. Y en efecto, aprovechando Beltrami el hermoso principio de Gauss relativo á la curvatura total de las superficies en un punto, de que dicha curvatura no cambia aunque se deforme la superficie supuesta flexible, sin distenderse, de manera que la distancia de dos puntos medida sobre un arco cualquiera trazado sobre la superficie permanezca constante y además y en consecuencia, que dos superficies cuyos puntos se correspondan de manera que la medida de la curvatura sea la misma en dos puntos correspondientes, son aplicables una sobre otra, dedujo que podrían tener propiedades análogas á la recta de un plano, las líneas geodésicas de aquellas superficies que tuvieran constante la curvatura en todos sus puntos, pues serian entonces aplicables entre sí todas las porciones de las mismas.

La constancia de aquella curvatura para todos sus puntos la tienen la esfera y demás superficies llamadas esféricas por tener su curvatura constante y positiva como la de aquella figura; también satisfacen á esta condición la seudoesfera y demás superficies seudoesféricas de curvatura constante y negativa, y las desarrollables que por tener la curvatura cero son adaptables á un plano.

Se admite en geometría plana euclidiana que dos rectas que tengan dos puntos comunes coinciden en toda su extensión, ó lo que es lo mismo que dos puntos determinan una recta. Mientras este principio resulte verdadero para las líneas geodésicas de superficies con curvatura constante, también lo serán todos los teoremas que en geometria plana se demuestran por medio de la simple superposición de figuras y haciendo uso de aquella propiedad, que es el *postulado VI* an-

tes indicado; pero, en las superficies esféricas se nota una excepción y es que para ciertos pares de puntos (extremos de un diámetro) cesa de ser verdad aquel postulado y de ahí que ciertos teoremas de geometría plana no sean aceptables para la esférica. En las seudoesferas no hay tal excepción; se verifica en ellas el *postulado VI* pero en cambio no resulta verdadero el *V* y de ahí que sólo son aplicables á dichas superficies los teoremas que en nada dependan de este último.

Beltrami demuestra que en la seudoesfera y demás superficies de curvatura constante y negativa se pueden desde un punto trazar dos rectas asintóticas de otra dada (las paralelas de Lobatschewsky) y multitud de rectas no secantes. Encuentra también, como no podía ménos de suceder, que la suma de los ángulos de un triángulo formado por tres líneas geodésicas de una seudoesfera es menor que dos rectos y que el deficit angular es proporcional al área del triángulo que aquéllos forman. Estudia singularmente el prototipo de estas superficies, que es la seudoesfera engendrada por la revolución de una tractriz (evolvente de la catenaria) al rededor de la directriz de su evoluta, que es á su vez asintota de dicha curva. En esta superficie, que es á las superficies de curvatura constante y negativa lo que la esfera es á las de curvatura constante y positiva, encuentra Beltrami las curvas imaginadas por Lobatschewsky para explicar su sistema de geometría, como son los horiciclos ó curvas de curvatura *geodésica* constante é igual á la raíz cuadrada del valor absoluto de la curvatura total $-\frac{1}{R^2}$ de la superficie de que forman parte. Halla también el hiperciclo ó curva equidistante de una geodésica dada y hasta demuestra que en toda superficie de tal género existe siempre un sistema de coordenadas curvilíneas que permite expresar por una ecuación lineal las líneas geodésias en ella trazadas, y en una palabra, encuentra todas las fórmulas de la trigonometría relativa á los triángulos formados por líneas geodésicas de las superficies seudoesféricas que resultan ser completamente iguales á las de la trigonometría esférica, en que el radio de la esfera se suponga imaginario.

Queda con lo dicho probada la imposibilidad de demostrar el postulado de Euclides haciendo sólo uso del principio de la superposición de las figuras y también la de demostrar al postulado *VI* relativo á las rectas que pasan por dos puntos.

Cree Beltrami y cree bien, que la diferencia que resulta entre las geometrías no euclideanas y la de Euclides, se debe á que en las primeras no tiene la superficie en que se explican la condición de inquebrantabilidad que tiene el plano ni tampoco la de poderse aplicar una porción sobre otra del mismo sin flexión alguna y con ó sin inversión. En las formas esféricas, en cambio, encontramos todas las propiedades de las rectas y triángulos de la geometría riemanniana, siempre que como tales se tomen respectivamente los arcos de circunferencia máxima y los triangulos esféricos.

Son realmente notables los trabajos realizados por Beltrami para interpretar

las geometrías de Lobatschewsky y Riemann en las superficies seudoesféricas y esféricas respectivamente, pero esta interpretación nada resuelve respecto á la realidad de estas geometrías, ni tampoco legítima la existencia de las mismas, pues ya se comprende que siendo el espacio que imaginamos de tres dimensiones, no nos dice nada la interpretación de una geometría en un espacio que tenga solo dos. Y que esto es asi lo demuestra la imposibidad que existe de constituir una estereometría ó geometría del espacio fundada en aquellas nociones. ¿Cómo imaginar por ejemplo que en la geometría riemanniana pudieran pasar infinitos planos por una recta que en este caso sería una circunferencia máxima de una cierta esfera y cada uno de los puntos arbitrarios que tomaramos en el espacio? Aquellos planos deberían ser esferas de diferentes radios, y aquella circunferencia tendría que ser una circunferencia máxima comun á todas ellas.

Desde el momento que se razona y se opera con la geometría de Lobatschewsky ó la de Riemann hay que prescindir de la representación gráfica que nuestro cerebro tiende siempre á verificar, y de ningun modo pueden equipararse las rectas, los planos y las esferas de Lobatschewsky ó de Riemann con la recta, el plano y la esfera euclidiana, por que hay que tener siempre presente que aquellos son una ficción analítica que solo llega á ser verdadera para espacios con parámetros no finitos, pues entonces ya sabemos que nos conduce á la geometría usual, pero que jamás se pueden equiparar con las formas que nos permite concebir esta última. El plano en la geometría de Lobatschewsky no es una seudoesfera en el sentido euclideano, ni una esfera euclideana es el plano de la geometría riemanniana. La recta será si se quiere la línea geodésica de aquellos planos ó seudoplanos pero ni estos ni aquellos son imaginables. Dentro de la geometría de Lobatschewsky ó de Riemann pueden encontrarse también ecuaciones analíticas de superficies ficticias, también con curvatura constante positiva ó negativa.

Lobatschewsky al inventar su geometría no la limitó ya á la geometría plana. sino que sentó también el postulado homólogo del *V* para el espacio diciendo que *desde un punto exterior á un plano pueden trazarse varios planos que no corten á aquel, y dos de paralelos ó asintóticos*, y el homologo del *VI* afirmando que *dos planos solo podían cortarse según una recta.* En cambio los homólogos de Riemann son que *por un punto exterior á un plano no puede trazarse ninguno de paralelo y que dos planos se cortan siempre según dos rectas.*

La posibilidad analítica de las tres geometrías la ha demostrado Tilly partiendo de la relación encontrada por Lagrange en 1773 entre las diez distancias de cinco puntos del espacio euclideano y de la que Shering adivinó para la geometría no euclideana

Parte Tilly de la circunstancia de ser cinco el número mínimo de puntos que, en un espacio de tres dimensiones, no tienen arbitrarias todas sus distancias relativas, pues de las diez distancias que pueden considerarse hay una que debe ser función de las nueve restantes y en este sentido, si designamos por (12)

(13), (14), (15), (23), (24), (25), (34), (35), (45), á dichas distancias, debe existir una ecuación de condición tal como

$$\psi\,[\,(12), (23), (14)\ldots\ldots\ldots (35), (45)\,] = 0$$

ó para abreviar $(12345) = 0$

La función ψ está sujeta á verificarse cualesquiera que sean los cinco puntos del sistema escojido, de tal modo que si consideramos un sexto punto 6, dicha ecuación debe tener lugar para los puntos

$$(12346) = 0,\ (12356) = 0,\ (12456) = 0,\ (13456) = 0 \text{ y } (23456) = 0$$

debiendo ser estas tres últimas consecuencia de las dos primeras y de la que antes hemos establecido $(12345) = 0$

Si esta condición queda satisfecha la ecuación $\psi = 0$ se verifica para cinco puntos cualesquiera del espacio. Encuentra Tilly que puede tener aquella función dos formas distintas que son, una de ellas, la de Lagrange, que se deduce con gran facilidad de la relación que existe entre los volúmenes de los seis tetraedros que tienen por vértices cuatro de los seis puntos dados y suponiendo luego que dos de los puntos se confundan en uno, y puede expresarse por el determinante

$$(12345) = \begin{Vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & \varphi(12) & \varphi(13) & \varphi(14) & \varphi(15) \\ 1 & \varphi(12) & 0 & \varphi(23) & \varphi(24) & \varphi(25) \\ 1 & \varphi(13) & \varphi(23) & 0 & \varphi(34) & \varphi(35) \\ 1 & \varphi(14) & \varphi(24) & \varphi(34) & 0 & \varphi(45) \\ 1 & \varphi(15) & \varphi(25) & \varphi(35) & \varphi(45) & 0 \end{Vmatrix} = 0$$

y otra la de Shering, que se expresa así

$$(12345) = \begin{Vmatrix} 1 & \varphi(12) & \varphi(13) & \varphi(14) & \varphi(15) \\ \varphi(12) & 1 & \varphi(23) & \varphi(24) & \varphi(25) \\ \varphi(13) & \varphi(23) & 1 & \varphi(34) & \varphi(35) \\ \varphi(14) & \varphi(24) & \varphi(34) & 1 & \varphi(45) \\ \varphi(15) & \varphi(25) & \varphi(35) & \varphi(45) & 1 \end{Vmatrix} = 0$$

La primera, conduce á la geometría de Euclides cuando á la función φ que debe ser una función de la distancia entre dos puntos se le dá la forma

$$K\,(mn)^2$$

suponiendo ser m y n los dos puntos dados, mn la distancia entre los mismos y K un factor constante que se hace igual á la unidad si se suponen referidos á coordenadas rectangulares.

La de Shering conduce á las geometrías abstractas tomando para dicha función la forma $\cos \frac{m\,n}{R}$ para el caso de la geometría de Riemann y $\operatorname{ch} \frac{m\,n}{R}$ para el de la de Lobatschewsky siendo R la constante ó parámetro de las respectivas geometrías.

Mansión siguiendo un procedimiento inverso al de Tilly y fundado en los principios fundamentales de ambas geometrías deduce las dos ecuaciones de Lagrange y Shering.

Y ahora cabe preguntar: ¿Convence el procedimiento explicado respecto de la existencia real de las tres geometrías? Creo que no hay necesidad de ahondar mucho para convenceros de que es una ficción puramente analítica todo lo que hemos explicado.

Comienza Tilly por partir de la noción de distancia entre dos puntos y de ella pasa á la definición de la recta dada ya por Cauchy diciendo que es aquella en que si se consideran tres puntos *A B, C,* no hay otro punto que pueda distar de *A* y *B,* lo mismo que dista *C.* De modo que para definir y explicar la noción de la línea recta ha de acudir á una noción más difícil de comprender, que es la de distancia. Toda noción de distancia exije, como dice Dauge, la noción de medida, y esta supone las de igualdad y suma de medidas, y estas últimas no pueden comprenderse sin conocer antes la naturaleza de la línea ó forma de una sola dimensión á que nos referimos; y que este escollo es infranqueable lo dice la misma geometría no euclideana al afirmar sus entusiastas partidarios con perfecto fundamento, y muy acertadamente por cierto, que las líneas rectas de las geometrías abstracta y doblemente abstracta no son las rectas de Euclides por nosotros conocidas é imaginadas. Prescindiendo aun de la interpretación de Beltrami, en que las rectas son las lineas geodésicas de las superficies esféricas y seudoesféricas y en que no resultaría exacta la definición de recta antes enunciada, tampoco podemos aceptar que una noción tan objetiva como lo es la de distancia pase sin explicar para servir precisamente de base á una ciencia que como la geometría, ha de ser imaginable, si queremos concederle una existencia real.

III.

Explicado el orígen de donde se derivan y la posible ó lógica existencia de tres sistemas distintos de geometría, veamos ahora si son todos ellos concebibles por nuestro cerebro y por tanto aplicables en sus consecuencias.

Si nos detenemos á estudiar el caracter de la recta, del plano y de la esfera en cada uno de las tres geométrías de que nos estamos ocupando, echamos de ver enseguida que solo son imaginables aquellos elementos geométricos dentro de la

geometría euclideana y que dejan de serlo en las otras dos geometrías, sin que puedan equipararse nunca las formas de las tres geometrías que llevan un mismo nombre, pues el que resulte que las líneas geodésicas de la esfera y de la seudo-esfera euclideanas se comporten análogamente que las rectas de las geometrías doblemente abstracta y abstracta no autoriza á equiparar á estas con aquellas; así por ejemplo, la esfera enclideana, como tal, tiene un solo centro, del cual distan igualmente todos sus puntos, contando estas distancias según rectas euclideanas, al paso que el plano riemanniano con quien ha querido equipararse aquella, tiene dos centros de los cuales distan igualmente todos sus puntos pero contando estas distancias según rectas riemannianas. Lo mismo podemos decir de las seudoesferas: estas no son aplicables con inversión unas sobre otras de igual curvatura sin verificar una flexión de su superficie, siendo así que el plano de Lobatschewsky como plano que es, se supone ser y es aplicable con y sin inversión sobre sí mismo sin verificar flexión de ningún género. Además, tres puntos determinan siempre un plano de Lobatschewsky ó Riemann, mientras que por tres puntos, pueden pasar infinitas esferas ó seudoesferas euclideanas.

Mansion esplica la diversidad en la naturaleza íntima de estas formas por medio de los espacios de tres dimensiones que pueden contenerse en otro hiper espacio de cuatro dimensiones, demostrando que según aquellos espacios sean de curvatura constante negativa, positiva ó nula, estamos en las tres geometrías hiperbólica, elíptica ó parabólica, tomando la palabra curvatura de un espacio en sentido análogo al que dió Gauss para la curvatura de la superficies, aunque más generalizado, y dentro del desarrollo analítico de la respectiva geometría se encuentran y demuestran las propiedades distintas que han de tener las formas representativas de análogas ecuaciones En cada una hay sus rectas, planos, esferas, seudoesferas que no es posible confundir ni comparar, pues se refieren á espacios completamente distintos.

Otra manera de interpretar estas formas geométricas es la que se funda en el procedimiento que para explicar y deducir la posible existencia matemática de las tres geometrías dá Klein fundado en los principios de la geometría de la posición é inspirado en sus procedimientos relativos á la determinación métrica de las formas, por los trabajos iniciados ya por Cayley en 1859. Parte del establecimiento de una superficie de segundo orden fundamental de referencia; establece una métrica proyectiva especial, entendiendo por distancia entre dos puntos el producto de una constante arbitraria por el logaritmo de la relación anarmónica existente entre dichos dos puntos y los de la intersección de la recta que determinan con aquella superficie fundamental. La noción de ángulo entre dos planos la obtiene por el producto de una constante arbitraria por el logaritmo de la relación anarmónica del haz formado por estos dos planos y los que pueden trazarse tangentes á dicha superficie desde la recta de intersección de aquéllos.

No cabe hacer aquí objeciones análogas al procedimiento de Tilly por partir de la noción de distancias, pues lo que se toma como tal, no es la distancia en

sí misma, sino la relación anarmónica de distancias, ó mejor, la posición anarmónica de puntos de una serie y de rayos de un haz, y como gracias á Staud puede esta relación tomarse como relación de situación, y puede llegarse á ella con ausencia de toda noción de medida, de ahí que pueda desarrollarse toda una geometría de la posición con completa independencia de la teoría de paralelas, y siendo por el contrario esta teoría consecuencia obligada de las hipótesis que acerca de la superficie de segundo orden de referencia se adopten.

Y en efecto, según esta superficie de referencia ó absoluta que, podremos suponer siempre que sea una esfera de radio infinito, sea real, imaginaria ó se reduzca á una cónica ó circunferencia imaginaria, como degeneración de aquélla obtenemos las geometrías hiperbólica, elíptica ó parabólica.

Y al estudiar la línea de referencia que resulta situado en un plano cualquiera del respectivo sistema, se encuentra ser en la geometría hiperbólica una cónica ó circunferencia real al infinito, en la elíptica una cónica ó circunferencia imaginaria al infinito y en la parabólica dos puntos imaginarios al infinito que determinan una recta doble al infinito pero real. Consecuencia de lo dicho es que en la primera geometría cabe considerar dos regiones distintas del espacio ó del plano, una comprendida ó limitada por la superficie de segundo orden real del infinito y otra exterior. Solo dentro de la primera, llamada de dominio interior, cabe establecer la métrica correspondiente de la geometría hiperbólica y se comprende muy bien que en este sistema cabe considerar en un plano rectas que se corten dentro de aquel dominio y formen ángulos reales, otras que lo hagan en un punto de la cónica de referencia al infinito, en cuyo caso serán las paralelas que formarán un ángulo cero ó sean rectas asíntoticas y otras que lo hagan fuera del dominio interior, en cuyo caso tenemos las rectas que no se cortan en dicho dominio, que tienen una perpendicular común y que si se cortan, lo hacen después de haber atravesado la curva de referencia del infinito.

En la geometría elíptica es imaginaria la superficie de segundo orden al infinito, una recta real no puede tener con ella punto alguno común y solo cabe concebir finitas todas las rectas. En la geometría parabólica existiendo en todo plano solo dos puntos imaginarios que determinan una recta real al infinito, claro es que toda recta solo puede tener un punto al infinito y que dos rectas que corten á ella en un mismo punto, deben formar un ángulo cero. Cuando las constantes porque hemos dicho debían multiplicarse los logaritmos de las relaciones anarmónicas se hacen indefinidamente grandes, se encuentra siempre la métrica parabólica ó de Euclides.

Fundado en tales principios ha tratado Poincarré de dar una representación objetiva de las tres clases de métrica estudiadas por Cayley y aunque ha de acudir á una ficción geométrica explicada por medio de la geometría euclideana, que es la única que para nosotros tiene representación ó es imaginable, tiene la ventaja de dejar demostrada la imposibilidad de ser demostrado el postulado de Euclides y de dar una idea clara y precisa de lo que serían respectivamente las tres geometrías si fueran las tres reales.

Cambia el concepto de espacio ilimitado por el comprendido dentro de una esfera que llama absoluta y que Klein hemos visto llamaba fundamental ó de referencia, designando también aquel espacio con el nombre de *dominio interior*. Considera esferas ortogonales á la esfera absoluta y arcos de circunferencia ortogonales también á la misma, encuentra las relaciones de posición entre las porciones de esferas ortogonales comprendidas dentro de la absoluta, á las que llama *falsos planos*, las porciones de arcos normales interiores á que llama *falsas rectas* y los logaritmos de las relaciones anarmónicas entre dos puntos dados y los de intersección del arco normal que por ellos pasa con la esfera absoluta, y deduce del estudio y relativa posición de estos elementos que obedecen por completo á las leyes de la geometría de Lobatschewsky, y de ello infiere que como todo teorema que se realice entre planos y rectas, tales y como nosotros los imaginamos puede traducirse en esferas y arcos normales con solo cambiar las palabras plano por *falso plano,* recta por *falsa recta*, espacio infinito por *dominio interior*, distancia por falsa distancia (el logaritmo de la relación anarmónica antes esplicada) é igualdad por *congruencia* (entendiendo por tal la relación de dos figuras inversas una de otra respecto de un falso plano), de ahí que no pueda concebirse una contradicción resultante de admitir que la recta de un plano y los planos del espacio obedecen á las leyes de Lobatschewsky porqué se traduciría en una contradicción en los resultados que se deducen de la posición relativa de esferas y circunferencias normales á la esfera absoluta, tratados estos por los principios de la geometría Euclideana.

Al suponer que el radio de la esfera absoluta sea imaginario, los falsos planos ó porciones de esferas normales resultan ser esferas completas, desaparece el dominio interior, un falso plano y una falsa recta se encuentran siempre y así como cuando el radio de la esfera absoluta era real la suma de los ángulos de un triángulo formado por tres falsas rectas era siempre menor que dos rectos, aquí, en el caso de la esfera absoluta imaginaria dicha suma vale más de dos rectos, y dos falsas rectas se encuentran siempre que están en un mismo falso plano, en dos puntos antípodas ambos en el espacio riemanniano, mientras que antes, de los dos puntos de intersección, había solo uno en el dominio interior ó espacio de Lobatschewsky.

Pero aquí permitidme una pequeña digresión: ¿No habíamos demostrado que la suma de los tres ángulos de un triángulo formado por tres rectas de un plano no podía exceder de dos rectos? ¿A qué se debe que en el espacio de Riemann dicha suma exceda de aquella cantidad? Pues encontramos la causa en que Euclides y Lobatschewsky admiten que por dos puntos puede solo pasar una recta y Riemann hace caso omiso de esta condición.

Los sistemas geométricos descritos, claro es que variarán según varíe el radio real ó imaginario de la esfera absoluta, y habrá tantas especies de geometrías dentro de cada género como valores le podamos dar á dicho radio (á cuyo cuadrado que será la potencia común á todas las esferas ortogonales respecto del

orígen, le conocemos por parámetro de la respectiva geometría), que como es natural son en número indefinido. Cuando se considera como falso plano la esfera normal que pasa por el centro de la absoluta, entonces el falso plano, es plano euclideano, y trata así Poincarré de deducir la Geometría plana vulgar de la de Gauss, pero como no podía menos de suceder, siendo una simple ficción el sistema de esferas adoptado, encuentra que en dicho plano que pasa por el orígen, las falsas rectas se convierten en arcos de círculo normal al máximo de la esfera absoluta cuya potencia es R^2 y solo son rectas propiamente tales las que pasan por el orígen, cuya circunstancia confirma una vez más que las geometrías de Lobatschewsky y Riemann no pueden explicarse con rectas y planos propiamente dichos.

Trata también Poincarré de deducir la geometría plana de Riemann de la euclideana esférica, proyectando estereograficamente una figura esférica colocada en una esfera de radio $\sqrt{-R}$, y lo que encuentra también es solo una geometría plana con arcos de círculo en lugar de rectas y luego fantaseando por medio del análisis, deduce lo de siempre, y es, que las fórmulas de la trigonometría esférica euclideana pueden tomarse como las de la trigonometría plana de Riemann, y que ellas se pueden transformar en las de Lobatschewsky cuando el radio de la esfera se hace imaginaria.

Todo este hermosísimo trabajo de Poincarré no hace más que demostrar la imposibilidad de demostrar el postulado de Euclides, pero confirma una vez más si cabe, que las geometrías abstracta y doblemente abstracta, no pueden tener caracter real y que solo pueden explicarse en el campo analítico y de puro raciocinio, pues el que no produzca resultados contradictorios entre sí, la admisión de uno ú otro postulado, no dá caracter de mayor realidad á una que á otra.

Es como si nos propusiéramos formar una nueva astronomía, partiendo de una ley de atracción entre los cuerpos celestes distinta de la fundada en la hipótesis de Newton. Claro es que obtendríamos trayectorias distintas para el movimiento de aquellos y que cambiaría por completo la posición relativa que ellos debieran guardar. Sería una astronomía racional, porque todas sus consecuencias serían perfectamente demostrables por medio del análisis y tendríamos tantas astronomías cuantas fueran las hipótesis que sentáramos acerca de aquella ley física de atracción de la materia; ¿pero autorizaría esta circunstancia para declarar que hay más de una astronomía real y conforme con las observaciones humanas? Pues lo mismo sucede en la geometría, si bien es más reducido el número de hipótesis á que hemos de acudir por el caracter más subjetivo de la ciencia matemática. Necesitamos fijar en geometría si dos rectas perpendiculares á una tercera se mantienen equidistantes, ó en caso contrario si van alejándose ó acercándose entre sí. Pues bien ¿si de admitir uno de estos tres conceptos, resultan cuerpos de doctrina diferentes, racionales los tres, y sin contradicción alguna dentro de cada uno, autoriza este simple hecho para hacer la afirmación de Poincarré de que *no hay geometrías más ó menos verdaderas, sino sólo geometrías más ó menos*

cómodas? Yo creo que no. Para demostrarlo precindiremos de los trabajos publicados por Delbeuf tratando de obtener el desarrollo de la geometría euclideana sin el postulado de Euclides, fundándose solo en la homogeneidad de las figuras geométricas. Mencionaremos sólo las memorias de Bonnel, en que fundado en la existencia del indefinidamente pequeño y considerando á este como el átomo de las formas geométricas, trata también de demostrar la veracidad del mismo postulado. Tampoco creemos necesario detallar los trabajos de Frolow acerca de la teoría de las paralelas, que por cierto dán bastante luz acerca de la necesidad de aceptar la equidistancia de dos perpendiculares á una tercera recta, y preferimos emplear como argumentos, los mismos que nos ofrecen los partidarios de la posible existencia de las tres geometrías:

Lobatschewsky mismo ya dice que su geometría podría existir, sino en la naturaleza, á lo menos en el análisis. El mismo matemático ya expresa que no creía en la necesidad absoluta de la hipótesis por él escogida para fundar su doctrina y que por consiguiente no representaba aquélla nada de fijo é inmutable, pudiendo ser reemplazada por otras hipótesis del mismo género, que podrían conducir á otras ecuaciones distintas, y por tanto, á distintos sistemas de geometría. Tampoco Gauss creyó nunca que fuera imaginable el sistema de geometría que en su mente concibiera, según se deduce de las cartas dirigidas á W. Bolyai acerca del particular y una de las frases que escribe es la de que *la geometría de Lobatschewsky podría existir si la geometría de Euclides no fuera la verdadera.* Juan Bolyai en su memoria acerca de la ciencia absoluta del espacio, llegó á demostrar que si la hipótesis de Lobastchewsky fuera verdad podría encontrarse una recta igual exactamente á un círculo, lo cual equivale á sentar el siguiente dilema: *O el axioma de Euclides es verdadero ó es posible la cuadratura del círculo.* Argumento de un valor extraordinario y que de seguro no preveyó Bolyai, en contra de la existencia real de la geometría abstracta, pues con la demostración dada por Lindemann acerca de la trascendencia del número π y por tanto de la imposibilidad absoluta de dicha cuadratura se ha venido á confirmar el caracter real y verdadero de la geometría Euclideana.

Otro argumento contrario á la posibilidad de las geometrías abstractas es que el valor de un ángulo de un triángulo equilátero determina por sí solo al triángulo de que forma parte, pues el déficit angular es proporcional á su área. Este ha sido contestado en parte por Barbarin, diciendo que en la determinación de este triángulo ha de intervenir también el valor del parámetro de la geometría á que dicho triángulo se refiere, pero no queda el ánimo suficientemente convencido desde el momento que para determinar el parámetro, necesitamos medir los ángulos de un primer triángulo de la misma geometría ó el ángulo de paralelismo relativo á una distancia dada.

Barbarin aconseja dibujar sobre un plano lo más horizontal posible, un cuadrilátero trirectángulo con lados de un metro de longitud, midiendo el cuarto ángulo por medio de un círculo repetidor, sustituyendo el valor de este ángulo que

llamaremos A en la fórmula encontrada para los cuadriláteros trirectangulares $\text{sen}^2 \frac{1}{P} = -\cos A$ si se trata de la geometria de Riemann, ó $\text{sh}^2 \frac{1}{P} = \cos A$ si se trata de la de Lobatschewsky y despejar el valor de P que es el parámetro buscado. Basta que el parámetro sea mayor de 5000 metros, para que el valor de A difiera de 90° en un centésimo de segundo.

Pero ¿es siquiera formal acudir á procedimientos gráficos con los cuales ni una línea matemática puede obtenerse, porqué no hay dibujo sin espesor de trazo?

Y á propósito de ello merece especial mención el procedimiento que propone Labatschewsky para comprobar la naturaleza de nuestro espacio, cual es la medición de los ángulos de un triángulo formado en el espacio con vértices tomados sobre cuerpos celestes, porque siendo muy grandes los lados, pudiera apreciarse el déficit angular si este existiera. Claro es que si esto fuera posible, sustituyendo los valores de los lados y el de uno de los ángulos en la fórmula

$$\cos \frac{a}{R} = \cos \frac{b}{R} \cos \frac{c}{R} + \text{sen} \frac{a}{R} \text{sen} \frac{c}{R} \cos A$$

ó bien en la

$$\text{ch} \frac{a}{R} = \text{ch} \frac{b}{R} \text{ch} \frac{c}{R} - \text{sh} \frac{c}{R} \text{sh} \frac{c}{R} \cos A$$

podríamos deducir el valor de R de una ú otra de estas fórmulas que para la resolución de los triángulos hemos encontrado en las geometrías elíptica é hiperbólica. Pero ¿es acaso posible fundar ningún principio de matemática pura en el resultado de observaciones, sujetas siempre á errores instrumentales, de refracción y del mismo ser finito que las verifica?

Es verdaderamente pueril tal argumento; aunque sea para obtener como resultado que siendo el parámetro de la geometría de nuestro espacio de valor inmensamente grande, puede aceptarse á título de precario el Postulado de Euclides. La ciencia de la verdad no puede admitir tales concesiones; no puede vivir de limosna.

CONCLUSION

De todo lo hasta aquí indicado se deduce que es de suma importancia distinguir de un modo claro y terminante lo que podemos entender por geometría racional y por geometría real, pues aunque esta última se halle comprendida dentro del primer género y no puede ser sino una, dado que es uno el espacio que el hombre puede imaginar, en cambio con el primer epíteto pueden designarse cuantas geometrías ó ciencias del espacio se funden en determinadas nociones ó postulados, y luego se desenvuelvan con procedimientos lógicos, obteniendo

resultados no contradictorios y de conformidad á la hipótesis que se haya establecido. Claro es que la racionalidad de estas geometrías no prejuzga absolutamente nada respecto á su realidad ó conformidad con el espacio físico en que el hombre vive, ni tampoco han de menoscabar en nada la importancia y veracidad de la que podremos llamar *geometría humana*, pero es preciso establecer tal diferencia para que nunca pueda confundirse lo que no es concebible, y por tanto imaginario, de lo que es concebible, y por tanto imaginable. Lo imaginario y lo imaginable, son dos conceptos esencialmente contradictorios.

Hay que establecer bien la diferencia entre ellos, pues el raciocinio humano puede ir muy lejos por la sola imaginación, y en cambio la concepción en geometría no permite traspasar los límites de lo representable.

Los tres estados de la razón para hacer geometría son tres: la *observación,* la *imaginación* y la *concepción,* y estas operaciones corresponden á los tres grados de conocimientos ya distinguidos por Platon y que Newton recuerda constantemente en sus Principios.

La *observación* corresponde al procedimiento empírico por medio del cual deducimos una serie de verdades geométricas, sin darnos á veces cuenta de ello, por la experiencia repetida de unos mismos fenómenos.

La *imaginación* corresponde al procedimiento matemáticó que permite deducir lógicas consecuencias de principios no siempre verdaderos y que están en desacuerdo con nuestro modo de concebir.

Y la *concepción* que corresponde al principio filosófico que detiene muchas veces la vertiginosa marcha de la imaginación, cuando esta, por su caracter puramente abstracto, se halla expuesta á conducirnos á flagrantes errores.

En este último caso nos hallamos cuando en los datos y soluciones de los problemas aparecen las nociones del cero y del infinito, (1) y en caso parecido nos encontramos cuando el geometra enamorado de la fecundidad de ciertas hipótesis trata de deducir consecuencias reales, de lo que son solo elucubraciones de su espíritu.

Es preciso que los tres factores entren por igual en el raciocinio humano, y cuando descuidamos alguno de ellos, vamos directamente al error.

Y esto es lo que ha pasado con las geometrías racionales.

Se quiso poner en duda el llamado Postulado de Euclides, á título de que no podía deducirse logicamente de las quince proposiciones que sienta Lobatschewsky como fundamentales de la geometría ó de las veinte y ocho que de Euclides pueden aceptarse sin acudir á aquel, y creyéndose con igual derecho que Euclides, sentó aquel célebre alemán su postulado respectivo. Trató, fundado en él, de deducir su geometría, pero la primera dificultad con que se encontró fué la imposibilidad no tan solo de representar graficamente lo que su imaginación

---

(1) Acerca de este punto tuvimos el gusto de dar unas conferencias en la Universidad de Barcelona, cuyo resúmen publicamos con el título de "*Justa interpretación que debe darse al cero y al infinito matemático.*"

deducía y encontraba, sino que ni siquiera podía concebirlo. Necesitó admitir el horiciclo y la horiesfera, pero no pudiendo concebir estas formas en el espacio tal y como nosotros lo comprendemos, tratan los geometras de su escuela de deducir su existencia de la del hiperespacio ó espacio de cuatro dimensiones, afirmando que así como encontramos en el espacio euclideano líneas varias de una dimensión y variadas superficies de dos dimensiones, con curvaturas constantes, así también pueden existir dentro del hiperespacio variados espacios de curvatura constante de tres dimensiones, de los cuales el euclideano no sea más que un caso particular.

Muy interesante es en verdad el esfuerzo de imaginación que ha debido realizarse para llegar á solución tan matemática, pero no podemos menos que tomarla como puramente imaginaria, porque le falta la aquiescencia de la concepción humana. Lo mismo Tilly, que Mansion, Klein y demás insignes matemáticos, han de acudir al análisis para todas las demostraciones relativas á la posible existencia de las tres geometrías, sin tener presente que el análisis es solo como un instrumento de precisión, que permite fotografiar una ley y deducir de ella consecuencias, pero para ello es preciso ante todo que la ley exista y no pueden nunca aceptarse en absoluto todas las soluciones que el resultado analítico de un problema pueda ofrecernos, sin asegurarnos de ser posible su interpretación.

Afirman algunos que quizás nuestros sentidos se equivocan al creer que han de encontrarse dos rectas, una perpendicular y otra oblícua á una tercera y que nada podemos afirmar cuando el ángulo que formen entre sí, sea tan pequeño, que el punto de encuentro de aquéllas, se halle fuera de los límites de nuestra vista ó de nuestros medios materiales de comprobación. Observa Reid que el hombre reducido al simple sentido de la vista y no pudiendo conocer más que la superficie de dos dimensiones, tomaría por rectas los arcos de círculo máximo trazados en una superficie esférica de que su ojo fuera el centro, y que para aquel hombre el espacio sería riemanniano, pues vería por dos puntos opuestos pasar más de una recta. Imagina también Poincarré una esfera que limitara un medio cuyo índice de refracción y temperatura fueran variables, pero en que todos los objetos tuvieran un mismo coficiente de dilatación. Supone luego que aquel medio de refracción y aquella temperatura absoluta variaran proporcionalmente á $\frac{1}{(R^2 - \rho^2)}$ y á $(R^2 - \rho^2)$ siendo R el radio de la esfera y ρ la distancia del centro de ésta á un punto cualquiera del espacio que aquella limita; y suponiendo un sér inteligente que se encontrara en tal medio, deduce que para dicho sér, las dimensiones de los objetos móviles debieran parecerle siempre iguales, que la esfera debería ser de radio infinito, pues los objetos á medida que se aproximaran á la periferíe, tendrían sus movimientos más lentos por efecto del enfríamiento que sufrirían, que las circunferencias ortogonales á la esfera le parecerían rectas, puesto que serían las trayectorias de los rayos luminosos, y por fin, que la suma de los ángulos de un triángulo formado por tres de estos círculos ortogonales sería menor que dos rectos. Para aquel sér inteligente, el espacio y la geometría serían las de Lobatschewsky.

Pero si consultamos á nuestro mundo físico tal como es, encontramos que el hombre además de la vista posee el tacto que le permite apreciar las tres dimensiones de los objetos y deducir la existencia de las tres dimensiones que tiene el espacio que nos rodea, así mismo podemos comprobar que ni los coeficientes de refraccion, ni las temperaturas varían de conformidad á la ficción de Poincarré, y que la dirección de un rayo luminoso al transmitirse por un medio de densidad uniforme, coincide perfectamente con el canto de una regla ó con un hilo puesto en tensión, y por tanto, no podemos aceptar que la recta no sea la que Euclides definió, ni el concepto del plano sea distinto del que nos dió el geometra griego.

Lobatschewsky creía solo en la existencia de dos geometrías, Riemann añadió otra al sentar su hipótesis y Klein ha encontrado dos distintas dentro de esta última que coinciden perfectamente con la doble hipótesis que puede establecerse acerca de la bilateralidad ó unilateralidad de las superficies de curvatura constante y positiva. Advertimos además que no es solo el Postulado de Euclides ó el que le sustituya, el que separa fundamentalmente tales geometrías, pues la de Riemann ha de negar también que por dos puntos pueda pasar siempre una sola recta y de que una recta pueda prolongarse indefinidamente, así como la geometría de Lobatschewsky en el espacio, ha de negar que un plano divide el espacio en dos regiones distintas y que para pasar de una á otra se necesita atravesarlo. ¿No es probable suponer pues, que con el adelanto progresivo del análisis, pueda mañana obtenerse otra geometría negando alguno de los principios que hoy tenemos como axiomáticos? Creemos perfectamente posible que tal cosa ocurra, pues ni nos convence Tilly con su teoría de que solo pueden ser tres las geometrías posibles como hemos tenido ya ocasión de indicar antes, ni tampoco las nociones de geometría de la posición, común á las tres geometrías que establece Klein y de las cuales deduce también la posibilidad de una cuarta, pues hay excesivos datos convencionales que podrían cambiarse.

En lo que no cabe duda alguna, es en que el mismo análisis nos demuestra que lo mismo la geometría de Riemann que la de Lobastschewsky, tienen por límite la geometría de Euclides cuando el parametro real ó imaginario de cada una de ellas se hace infinitamente grande, y que mientras las formas de estas dos geometrías son inconcebibles é imaginarias, las de la geometría de Euclides son perfectamente concebibles y representables.

Claro es que cabe la duda de si las rectas que podemos trazar ó imaginar en nuestro espacio son en su indefinida longitud tales como las apreciamos en longitud finita. Cabe también dudar si los planos prolongados indefinidamente son tales como los imaginamos en sus porciones finitas, y por tanto si en sus indefinidas prolongaciones satisfarían á otras leyes, argumento el más fuerte en que se apoyan los antieuclideanos para convencer de la duda ó resquemor que debe quedar siempre en el ánimo del matemático acerca de cual geometria es la verdadera.

Pues bien, yo creo que tales infundios desaparecen ausiliándonos de la filoso-

fía que nos demuestra la finitud del género humano, y en consecuencia que este solo puede imaginar lo que es finito, y en tal sentido puede afirmarse que si las rectas y los planos son en sus prolongaciones indefinidas, tales y como las concebimos en las porciones finitas del espacio que al hombre es dado examinar y conocer, la geometría euclideana es la única real y posible, si con tal calificativo queremos entender no la acepción matemática de la palabra, sino la que el sentido filosófico le dá.

Además, admitido el espacio infinito por todas las escuelas y aceptada la infinidad de su Creador, nos cabe el convencimiento moral de que las relaciones entre sus formas geométricas no han de depender de un paràmetro finito y caprichoso sino que este debe tener también el caracter de infinidad, en cuyo caso el razonamiento humano nos demuestra que la geometría llamada parabólica, es la única real y posible y que además de ser perfectamente racional como cualquier otra, es la sola que puede ostentar el calificativo de geometría humana, si por el hombre ha de poder ser concebida y aplicada la rama más esencialmente objetiva de la ciencia matemática.

Merecen calurosos elogios cuantos se han ocupado en deducir é indagar las consecuencias que resultarían de la negación de alguno de sus principios, por los resultados imprevistos á que han dado lugar aquellos estudios y por las hermosas teorías matemáticas á que los mismos han procurado poderoso impulso, y porque además, sin pretenderlo quizás ó creyendo lo contrario, han confirmado cada vez mas los sólidos principios en que descansa la geometría desde hace más de veinte siglos, convenciendo al hombre que la geometría parabólica que es perfectamente racional como cualquier otra, es la única real y verdadera, no simplemente la más cómoda, sin que tengan que admitirse á título de precario ninguno de sus principios, sino muy al contrario, sirviendo todos ellos para elevar cada día más la figura del insigne geómetra griego que tan bien supo fijar y reasumir los conocimientos hasta su época obtenidos por la inteligencia humana para llegar á constituir una ciencia á la que Euclides conservará siempre la gloria de haber asociado su ilustre nombre.

Y que esto es así lo demuestra la imposibilidad de concebir otro espacio infinito después del primero infinito dentro del cual se opera, y que necesita admitirse para explicar la geometría hiperbólica, ni que tampoco puede el hombre comprender el espacio limitado y reentrante en sí mismo que necesita admitir la geometría elíptica, y en cambio concibe y reproduce dentro de los límites y de la perfectibilidad de sus medios, cuantas formas y figuras estudia la geometría euclideana. Esta es, pues, la única real y verdadera para el hombre, si por geometría ha de entenderse el conjunto de verdades relativas á la cantidad en sus relaciones con las formas tangibles ó simplemente concebibles por el cerebro humano.

He dicho

Títulos de las Memorias que pueden recortarse para las papeletas de la Biblioteca

RICART y GIRALT, José

Cálculo de la longitud geográfica por medio de las distancias lunares; su pasado, su presente y su porvenir

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 1.

BORJA y GOYENECHE, Joaquín de

La evolución ¿es un hecho en Zoología?

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 11.

COMAS SOLÁ, José

Notas astronómicas presentadas á la Real Academia de Ciencias y Artes

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 27.

CASARES GIL, José

Necrología de D. Federico Trémols y Borrell, individuo de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.

en las

MEMORIAS de la R Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 53.

ANGELIS D'OSSAT, Joaquín de

Fauna coralina del piso aptense de Cataluña; avance de una Memoria sobre la misma. Versión del texto original francés por el *Dr. D. Jaime Almera,* canónigo.

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 67.

CASARES GIL, José

Análisis de las aguas minerales de la Toja

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 75.

COMAS SOLÁ, José

Juicio crítico de los Observatorios modernos

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 83.

MESTRES, José

Relación entre las velocidades de las cantidades vectoriales y las de los rotores ó ejes materiales de rotación

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 99.

TOUS y BIAGGI, José

Influencia de la Mecánica en el progreso industrial, y sentido que ha de tener su enseñanza

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 115.

ALCOBÉ y ARENAS, Eduardo

Crítica de algunas hipótesis y significación de éstas en la Física moderna

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 137.

GUILLÉN GARCÍA, G. J. de

Influencia de la electricidad en las industrias químicas y metalúrgicas

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 159.

CADEVALL y DIARS, Juan

La circumnutación en el género *Medicago.* Notas fitográficas

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 177.

LONGINOS NAVÁS, S. J., R. P.

Observaciones sobre el orden de los neurópteros

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 189.

GUILLÉN GARCÍA, Guillermo, J. de

Trabajos presentados á la Real Academia de Ciencias y Artes

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 209.

GUILLÉN GARCÍA, Guillermo, J. de

¿Cómo deben clasificarse los objetos llamados prehistóricos y protohistóricos?

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 221.

COMAS SOLÁ, José

El planeta Júpiter durante la oposición de 1904-1905

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 237.

ESCRICHE y MIEG, Tomás

La Ciencia y la Civilización

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 243.

BERGERON, Jules y ALMERA, canónigo, Jaime

Aplicación de la teoría de los mantos recubrientes al estudio del macizo del Tibidabo de Barcelona

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 261.

VIDAL, Luis Mariano, y DEPÉRET Charles

Contribución al estudio del Oligoceno en Cataluña

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 311.

ALMERA, canónigo, Jaime

Descripción geológica y génesis de la plana de Vich

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 347.

DEPÉRET, Charles

Los vertebrados del Oligoceno inferior de Tárrega (provincia de Lérida)

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 401.

CADEVALL y DIARS, Juan

Notas fitogeográficas críticas

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 453.

CAMPS y de OLZINELLAS, Marqués de Camps, Carlos de

Observaciones ictiológicas

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 473.

COMAS SOLÁ, José

El eclipse total de Sol de 30 de agosto de 1905

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 479.

MASRIERA y MANOVENS, José

El arte de cincelar

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 513.

GUILLÉN GARCÍA, Guillermo J. de

Las corrientes eléctricas vagabundas ó errantes de Barcelona

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 519.

DOMENECH y ESTAPÁ, José

Geometrías racionales y Geometría real dentro de la finitud humana

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. V, p. 525.